S. 804. B. 154

MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES

DE L'INSTITUT

DE FRANCE.

TOME XVI

S. 804. B. 154.

MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES

DE L'INSTITUT

DE FRANCE.

TOME XVI.

PARIS,

IMPRIMERIE DE FIRMIN DIDOT FRÈRES,

IMPRIMEURS DE L'INSTITUT, RUE JACOB, 56.

1838.

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY.

MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES

DE L'INSTITUT DE FRANCE.

NOUVELLE DÉTERMINATION

De la distance méridienne de Montjouy à Formentera, dévoilant l'inexactitude de celle dont il est fait mention dans la BASE DU SYSTÈME MÉTRIQUE DÉCIMAL.

PAR M. PUISSANT.

Lu à l'Académie des Sciences, le 2 mai 1836.

DANS le premier volume de la *Nouvelle description géométrique de la France*, j'ai donné non-seulement tous les triangles que Delambre et Méchain mesurèrent en 1792 et années suivantes, pour déterminer l'arc du méridien depuis Dunkerque jusqu'à Montjouy, mais en outre les latitudes, longitudes et hauteurs absolues de leurs sommets. Dans le second volume, qui sera sous peu livré à l'impression, j'ai ajouté, avec non moins de détail, le prolongement de cet arc, depuis Montjouy jusqu'à l'île de Formentera, dont la mesure est due en grande partie à MM. Biot et Arago. Mon but, en cela, a été de faire voir comment la France et l'Espagne sont liées géodésiquement l'une à l'autre, et de quelle manière les grandes opérations trigonométriques de nos astronomes et de nos ingénieurs ont concouru au perfectionnement de la géographie de ces deux contrées. Ce second travail m'ayant facilité le moyen de vérifier, par un procédé

à la fois simple et rigoureux, un des éléments importants du problème relatif à la figure de la terre, j'ai remarqué, non sans une grande surprise, que la valeur numérique de cet élément surpasse réellement de 57 toises celle que les géomètres ont jusqu'à présent adoptée de confiance; je veux parler de la distance méridienne de Montjouy à Formentera, qu'on croyait être de 153605^t,2 (page 545 du tome III de la *Base du système métrique*), et qui est exactement de 153662^t,75, ainsi que je me propose de le prouver par ce qui suit.

On conçoit bien que, pour constater l'existence d'une erreur aussi grave, j'ai dû porter plusieurs fois un examen sévère tant sur mes calculs que sur les documents qui leur servent de base. Ces documents sont le réseau de triangles inséré au tome IV de la *Base du système métrique;* les deux triangles au moyen desquels Montjouy est lié à ce réseau, et qui font partie de la triangulation de Méchain (page 838 du tome II du même ouvrage); enfin les registres géodésiques du Dépôt de la guerre, contenant les doubles valeurs des trois coordonnées géographiques des sommets de tous ces triangles, et dont la plupart ont été déterminées, à ma prière, par M. le colonel Corabœuf, l'un de nos plus habiles ingénieurs-géographes. C'est de cette manière que j'ai enfin acquis la certitude que tous mes calculs sont parfaitement exacts. L'objet de ce mémoire est de les exposer dans tout leur jour.

Je passe d'abord au calcul des triangles d'Espagne, dont les angles sont extraits du tome IV de la *Base du système métrique,* p. 179 et 180, et qui sont tels que la commission du Bureau des longitudes les a arrêtés. Quant à la base de

départ, elle résulte du 113e triangle de la méridienne, et doit être considérée comme ayant été directement déduite de celle de Perpignan ; c'est le côté *Mont-Serrat-Matas*. Tous ces triangles ont été résolus par la méthode ordinaire, c'est-à-dire conformément au théorème de Legendre, applicable à un grand triangle qui serait tracé sur un sphéroïde irrégulier, peu différent d'une sphère. (*Mémoires de l'Institut*, année 1806.) D'ailleurs j'ai montré que dans le triangle *Campvey-Montgo-Desierto*, le côté de plus de 82555 toises, déterminé de la sorte, ne diffère que de $\frac{4}{100}$ de toise de sa valeur obtenue par la méthode rigoureuse (*Géodésie*, tome I, p. 230). Voici le tableau de ces triangles, calculés simplement à l'aide des tables de logarithmes à sept décimales ; ce qui est, comme l'on sait, toujours suffisant :

TABLEAU DES TRIANGLES

FORMANT LE PROLONGEMENT DE LA CHAÎNE MÉRIDIENNE DE DUNKERQUE, PAR MM. BIOT ET ARAGO.

NOMS DES STATIONS.	ANGLES SPHÉRIQUES.	ERREUR.	ANGLES MOYENS.	LOGARITHMES DES CÔTÉS EN MÈTRES.
La Morella.....	65° 22′ 59″,91		65° 22′ 58″,88	4.5972704
Mont-Matas.....	54 23 41,08	— 4″,20	54 23 40,05	4.5487670
Mont-Serrat.....	60 13 22,10		60 13 21,07	4.5771528
	180 0 3,09			
Montagut.....	50° 40′ 47″,86		50° 40′ 46″,75	4.5487670
La Morella.....	59 7 59,63	+ 4,04	59 7 58,52	4.5939114
Mont-Serrat.....	70 11 15,84		70 11 14,73	4.6337423
	180 0 3,33			
Saint-Jean.....	58° 2′ 1″,00		58° 1′ 59″,88	4.6337423
La Morella.....	37 28 38,69	— 2,33	37 28 37,57	4.4893849
Montagut.....	84 29 23,67		84 29 22,55	4.7031525
	180 0 3,36			
Lleberia.....	30° 18′ 43″,51		30° 18′ 42″,47	4.4893849
Saint-Jean.....	107 0 36,37	— 3,29	107 0 35,33	4.7669206
Montagut.....	42 40 43,24		42 40 42,20	4.6175013
	180 0 3,12			
Montsia.....	22° 15′ 32″,98		22° 15′ 31″,24	4.6175013
Saint-Jean.....	33 17 57,36	+ 3,36	33 17 55,62	4.7786805
Lleberia.....	124 26 34,88		124 26 33,14	4.9553969
	180 0 5,22			
Bosch de Lespina....	93° 26′ 46″,49		93° 26′ 45″,14	4.7786805
Montsia.....	53 33 16,24	+ 2,71	53 33 14,90	4.6849485
Lleberia.....	33 0 1,30		32 59 59,96	4.5155751
	180 0 4,03			
Le Tosal.....	60° 49′ 6″,19		60° 49′ 5″,48	4.5155751
Montsia.....	44 26 42,02	+ 1,11	44 26 41,32	4.4197583
Bosch.....	74 44 13,90		74 44 13,20	4.5589274
	180 0 2,11			
Arès.....	36° 3′ 23″,91		36° 3′ 22″,86	4.5589274
Montsia.....	35 45 45,56	+ 1,11	35 45 44,51	4.5558500
Le Tosal.....	108 10 53,68		108 10 52,63	4.7668789
	180 0 3,15			

TABLEAU DES TRIANGLES

FORMANT LE PROLONGEMENT DE LA CHAÎNE MÉRIDIENNE DE DUNKERQUE, PAR MM. BIOT ET ARAGO.

NOMS DES STATIONS.	ANGLES SPHÉRIQUES.	ERREUR.	ANGLES MOYENS.	LOGARITHMES DES CÔTÉS EN MÈTRES.
Desierto de las Palmas.	53° 49′ 21″,86		53° 49′ 19″,65	4.7668789
Montsia	37 52 59,01	— 2″,18	37 52 56,81	4.6481031
Arès	88 17 45,74		88 17 43,54	4.8597118
	180 0 6,61			
Espadan	41° 34′ 56″,55		41° 34′ 55″,06	4.6481031
Desierto	101 17 34,70	— 0,66	101 17 33,20	4.8176470
Arès	37 7 33,24		37 7 31,74	4.6068596
	180 0 4,49			
Cullera	21° 12′ 48″,19		21° 12′ 45″,58	4.6068596
Desierto	47 2 11,60	— 3,98	47 2 9,00	4.9127348
Espadan	111 45 8,03		111 45 5,42	5.0162765
	180 0 7,82			
Montgo	18° 49′ 2″,69		18° 49′ 0″,83	4.9127348
Espadan	11 54 53,76	+ 3,66	11 54 51,90	4.7189604
Cullera	149 16 9,12		149 16 7,27	5.1125765
	180 0 5,57			
Montgo	35° 5′ 33″,35		35° 5′ 29″,72	5.0162765
Desierto	16 51 17,90	+ 0,83	16 51 14,27	4.7189935
Cullera	128 3 19,64		128 3 16,01	5.1529048
	180 0 10,89			
Montgo	16° 16′ 31″,84		16° 16′ 27″,46	4.6068596
Desierto	63 53 29,78	— 1,20	63 53 25,40	5.1125896
Espadan	99 50 11,52		99 50 7,14	5.1529053
	180 0 13,14			
Campvey (Ivice)	59° 50′ 53″,40		59° 50′ 40″,40	5.1529050 M
Desierto	42 5 36,07	+ 1,60	42 5 23,07	5.0423220
Montgo	78 4 9,53		78 3 56,53	5.2065667
	180 0 39,00			
Formentera	62° 33′ 12″,57		62° 33′ 8″,25	5.0423220
Campvey	95 28 18,13	+ 0,81	95 28 13,80	5.0922044
Montgo	21 58 42,27		21 58 37,95	4.6673346
	180 0 12,97			

TRIANGLES

SERVANT A LIER MONTJOUY A LA CHAÎNE PRÉCÉDENTE.

NOMS DES STATIONS.	ANGLES SPHÉRIQUES.	ERREUR.	ANGLES MOYENS.	LOGARITHMES DES CÔTÉS EN MÈTRES.
Matas	49° 35′ 52″,10	— 1″,37	49° 35′ 51″,62	4.4901956
Mont-Serrat	27 25 5,84		27 25 5,36	4.2717306
Valvidrera	102 59 3,49		102 59 3,02	4.5972704
	180 0 1,43			
Matas	28° 30′ 4″,95	+ 1,96	28° 30′ 4″,81	3.9593508
Valvidrera	73 5 0,73		73 5 0,59	4.2614585
Montjouy	78 24 54,73		78 24 54,60	4.2717306
	180 0 0,41			

Après la vérification faite des côtés des triangles, il a été procédé à la détermination des deux principales coordonnées géodésiques, c'est-à-dire, des latitudes et longitudes de chaque station, en poussant l'exactitude jusqu'aux centièmes de seconde centésimale. Or l'azimut du premier côté, *Mont-Serrat-Matas,* sur l'horizon de Matas, a été trouvé de $117^{g}5970'',2$, compté du sud à l'ouest, ainsi qu'on le verra dans le second volume de la *Nouvelle description géométrique.* De plus, la latitude géodésique de Matas a été évaluée à $46^{g}1216'',62$, en partant de la latitude du Panthéon, mais sans avoir égard à la discordance des bases de Melun et de Perpignan, et en supposant à l'ellipsoïde tangent à la terre en ce lieu un aplatissement de $\frac{1}{308.64} = 0{,}00324$. Les formules employées à cet effet sont les suivantes :

$$H' = H - PK \cos. Z - QK^2 \sin.^2 Z$$

$$M' = M + RK \frac{\text{Sin. } Z}{\text{Cos. } H'}$$

$$Z' = 200^G + Z - (M' - M) \frac{\text{Sin. } \frac{1}{2}(H + H')}{\text{Cos. } \frac{1}{2}(H - H')} ,$$

H, H′ étant les latitudes des extrémités du côté K donné en mètres; M, M′ ses longitudes, et Z, Z′ exprimant ses azimuts sur les horizons de H et H′. On peut en voir les démonstrations à la page 58 du discours préliminaire de la *Nouvelle description géométrique*. Quant aux coefficients P, Q, R, qui sont des fonctions du rayon de l'ellipsoïde terrestre, de son excentricité et de la latitude H, leurs logarithmes ont été pris dans la table suivante, extraite d'une plus étendue que j'ai dressée pour l'usage des ingénieurs-géographes :

Latitude en grades.	Log. P.	Diff.	Log. Q.	Diff.	Log. R.	Diff. com.	Log. N.
42°	9.0004870		1.78400		8.9987363		6.8051438
		643		1393		215	
43	9.0004227		1.79793		8.9987148		6.8051653
		646		1383		216	
44	9.0003581		1.81176		8.9986932		6.8051869
		651		1379		218	
45	9.0002930		1.82555		8.9986714		6.8052087
		654		1370		220	
46	9.0002276		1.83925		8.9986494		6.8052307

Quoique ces formules ne soient qu'approchées, cependant on peut les appliquer au plus grand triangle d'Espagne sans qu'il y ait à craindre aucune erreur sensible. En effet, j'ai reconnu que les coordonnées des sommets du grand triangle

Campvey-Montgo-Desierto, calculées par les formules très-exactes de la trigonométrie sphéroïdique, étaient les mêmes que celles que donnent les formules précédentes, à moins de deux centièmes de seconde près; il est donc certain que les différences de latitude mises en évidence dans le tableau suivant, et exprimées en secondes centésimales, ont toute la précision désirable.

TABLEAU DES LATITUDES,

ET DE LEURS DIFFÉRENCES DES SOMMETS DES TRIANGLES PRÉCÉDENTS.

NOMS DES OBJETS.	AZIMUTS.	LATITUDES.	DIFFÉRENCES DE LATITUDE.
Mont-Matas..... Mont-Serrat.....	° 117.5970,2 317.2604,1	° 46.1216,62 46.2286,78	+ 1070",16
Mont-Matas..... Valvidrera.....	62.4883,5 262.3515,5	46.1216,62 46.0175,51	— 1041,11
Mont-Serrat..... Valvidrera.....	347.7251,8 147.9245,4	46.2286,73 46.0175,48	— 2111,25
Mont-Matas..... Montjouy.....	30.8201,6 230.7454,6	46.1216,62 45.9599,30	— 1617,32
Valvidrera..... Montjouy.....	343.5554,8 143.6174,6	46.0175,50 45.9599,30	— 576,20
Mont-Matas..... La Morella.....	57.1584,2 256.8992,3	46.1216,62 45.8855,14	— 2361,48
Mont-Serrat..... La Morella.....	384.1746,4 184.2511,0	46.2286,73 45.8855,20	— 3431,53
La Morella..... Montagut.....	118.5475,1 318.1855,9	45.8855,17 46.0080,06	+ 1224,89
Mont-Serrat..... Montagut.....	62.1610,1 261.8745,3	46.2286,73 46.0079,97	— 2206,76
La Morella..... Saint-Jean.....	76.9059,4 276.4943,1	45.8855,17 45.7047,42	— 1807,75
Montagut..... Saint-Jean.....	12.0632,7 212.0125,2	46.0080,01 45.7047,51	— 3032,50

TABLEAU DES LATITUDES,

ET DE LEURS DIFFÉRENCES DES SOMMETS DES TRIANGLES PRÉCÉDENTS.

NOMS DES OBJETS.	AZIMUTS.	LATITUDES.	DIFFÉRENCES DE LATITUDE.
Saint-Jean Lleberia	93°.1124,1 292.7540,0	45°.7047,46 45.6588,04	— 459″,42
Montagut Lleberia	59.4340,2 259.0739,1	46.0080,01 45.6588,01	— 3492,00
Saint-Jean Montsia	56.1132,2 255.5147,9	45.7047,46 45.1271,30	— 5776,16
Lleberia Montsia	31.0240,2 230.7823,7	45.6588,02 45.1271,55	— 5316,47
Montsia Bosch	171.2773,6 371.1543,6	45.1271,43 45.4221,76	+ 2950,33
Lleberia Bosch	67.0910,9 267.3252,0	45.6588,02 45.4221,64	— 2366,38
Montsia Le Tosal	121.8940,2 321.6017,1	45.1271,43 45.2485,60	+ 1214,17
Bosch Le Tosal	54.1956,9 254.0257,3	45.4221,70 45.2485,60	— 1736,10
Montsia Arès	82.1577,4 281.6792,1	45.1271,43 44.9632,02	— 1639,41
Le Tosal Arès	41.8034,6 241.6162,6	45.2485,60 44.9632,15	— 2853,45
Montsia Desierto	40.0654,5 239.7059,3	45.1271,43 44.5402,71	— 5868,72

TABLEAU DES LATITUDES,

ET DE LEURS DIFFÉRENCES DES SOMMETS DES TRIANGLES PRÉCÉDENTS.

NOMS DES OBJETS.	AZIMUTS.	LATITUDES.	DIFFÉRENCES DE LATITUDE.
Arès	379.7859,2	44.9632,08	— 4229",22
Desierto	179.9028,9	44.5402,86	
Desierto	67.3551,4	44.5402,79	— 1993,89
Espadan	267.0607,4	44.3408,90	
Arès	21.0369,2	44.9632,08	— 6222,99
Espadan	220.8581,1	44.3409,09	
Desierto	15.0923,0	44.5402,79	— 10102,94
Cullera	214.8922,9	43.5299,85	
Espadan	391.2298,9	44.3409,00	— 8109,24
Cullera	191.3218,6	43.5299,76	
Desierto	396.3644,7	44.5402,79	— 14208,00
Montgo	196.4304,5	43.1194,79	
Espadan	377.9902,2	44.3409,00	— 12214,78
Montgo	178.3465,3	43.1194,22	
Desierto	349.5940,8	44.5402,79	— 11399,72
Campvey	150.5306,4	43.4003,07	
Montgo	283.1741,3	43.1194,50	+ 2811,11
Campvey	84.0327,6	43.4005,61	
Campvey	377.9530,9	43.4004,34	— 4378,32
Formentera	178.0795,2	42.9626,02	
Montgo	307.5945,8	43.1194,50	— 1568,04
Formentera	108.5756,0	42.9626,46	

Je me suis borné, ici, à rapporter les résultats dont j'ai besoin pour rectifier l'arc méridien en question, qui ne traverse aucun des triangles d'Espagne; mais le second volume de la *Nouvelle description géométrique de la France* contiendra tous ceux qui ont été obtenus pour compléter la description trigonométrique de la méridienne de Dunkerque.

On sait que des trois procédés employés par Delambre, pour rectifier son arc, il en est un, le plus simple et le plus commode, qui consiste à évaluer en toises les différences des parallèles menés par tous les sommets des triangles. Pour cet effet, l'on suppose ces triangles projetés sur une suite de sphères dont les rayons varient comme les normales terrestres. Par ma méthode analytique, qui a de la similitude avec ce procédé, mais qui est plus rigoureuse (théoriquement parlant), on évalue exactement sur l'ellipsoïde ces mêmes différences des parallèles, à l'aide des amplitudes correspondantes ou des différences de latitude; mais comme, dans ce cas, la somme algébrique de ces amplitudes partielles donne l'amplitude totale de l'arc, il est évident qu'on peut, pour abréger considérablement les calculs, employer la formule de rectification d'un arc d'ellipse, donné en fonction des latitudes géodésiques de ses extrémités. C'est de cette manière que j'ai vérifié, avec un plein succès, les quatre arcs partiels de la méridienne de Delambre et de Méchain, et que je me propose de soumettre également à l'épreuve la portion sud de cette ligne; mais voyons auparavant ce que donnera la méthode de Delambre, qui est la plus usitée.

Pour calculer, à l'instar de cet astronome, les différences des parallèles, à commencer de la station au Mont-Matas, je ferai usage de sa formule

$$P = -K\cos.Z - \tfrac{1}{2}\frac{K^2}{N}\sin.^2 Z\,\mathrm{tang.}\,H + \tfrac{1}{6}\frac{K^3}{N^2}\sin.^2 Z\cos.Z(1+3\,\mathrm{tang}^2 H),$$

dont voici une démonstration fort simple :

Si H et H′ sont les latitudes des extrémités d'un côté K de triangle, faisant avec le méridien de H un angle Z compté du sud à l'ouest, et que P = H′ — H, on aura généralement P = f(K), f étant le signe d'une fonction quelconque. Ensuite le théorème de Maclaurin donnera

$$P = \left(\frac{dH'}{dK}\right)K + \left(\frac{d^2H'}{dK^2}\right)\frac{K^2}{2} + \left(\frac{d^3H'}{dK^3}\right)\frac{K^3}{2.3} + \ldots$$

lorsque les coefficients différentiels répondront à K = o ; et comme, d'après la formule fondamentale de la trigonométrie sphérique,

$$\mathrm{Sin.}\,H' = \sin.H\cos.K - \cos.H\sin.K\cos.Z,$$

le rayon représentant l'unité, on obtiendra, par des différentiations successives, et après avoir fait K = o,

$$\left(\frac{dH'}{dK}\right) = -\cos.Z,\quad \left(\frac{d^2H'}{dK^2}\right) = -\sin.^2 Z\,\mathrm{tang.}\,H,$$
$$\left(\frac{d^3H'}{dH^3}\right) = 3\sin.^2 Z\cos.Z\left(\tfrac{1}{3} + \mathrm{tang.}^2 H\right);\ldots$$

enfin, ces valeurs étant substituées dans la série précédente, on aura la formule qu'il s'agissait de démontrer, en prenant pour rayon de la sphère sur laquelle on projette les triangles la normale terrestre $N = \frac{a}{(1-e^2\sin.^2 H)^{\frac{1}{2}}}$. On voit donc que la différence P des parallèles sera donnée en mêmes unités que le côté K. Mais il est à remarquer que cette formule n'est

exactement applicable qu'à la sphère du rayon N, et que pour des côtés qui ne dépassent pas en longueur ceux des triangles qu'on observe de jour. Ainsi, relativement aux grands triangles d'Espagne, il est nécessaire d'y faire une légère modification, afin que les valeurs de P soient dégagées de toute erreur; et c'est à quoi l'on parviendra aisément de la manière suivante :

D'abord, si l'on multiplie la valeur ci-dessus de P par $\frac{1+e^2\cos.^2 H}{N \sin. 1''}$, le produit représentera sur l'ellipsoïde la différence dH des latitudes (*Géod.*, t. I, p. 299), et l'expression $dH \sin. 1''$ sera, en parties du rayon, la différence des parallèles des mêmes extrémités de K. Ensuite, si l'on multiplie cette expression par le rayon de courbure $\gamma' = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2\sin.^2\lambda)^{\frac{3}{2}}}$, λ étant la latitude du milieu de dH, le produit p sera, en unités métriques, la différence des parallèles sur l'ellipsoïde; de sorte qu'on aura

$$p = \frac{P(1+e^2\cos.^2 H)}{N} \cdot \gamma',$$

ou, à très-peu près, en multipliant haut et bas par $1-e^2$,

$$p = P\frac{\gamma'}{\gamma}(1-e^4\cos.^2 H);$$

γ étant le rayon de courbure à la latitude H. Dans ce cas, l'on a

$$\log. e^2 = 7.8108714,$$

et généralement

$$\log.\gamma = 3\log. N + 6.3879504;\ \log.\gamma' = 3\log. N' + 6.3879504.$$

D'ailleurs la table précédente donnera le logarithme de N ou de N' avec l'argument H ou $\lambda = \frac{1}{2}(H+H')$.

Mais si, pour plus de commodité dans le calcul, on développe en séries les valeurs de γ et γ', on aura sensiblement

$$\frac{\gamma'}{\gamma} = 1 + \frac{3}{2}e^2 \sin.(\lambda + H) \sin.(\lambda - H);$$

et enfin

$$P - p = P\left(\frac{3}{2}e^2 \sin.(\lambda + H) \sin.(H - \lambda) + e^4 \cos.^2 H\right).$$

Telle est la correction à faire à la valeur de P calculée sur la sphère, pour avoir cette valeur sur l'ellipsoïde. Il est entendu qu'en prenant P absolument, c'est-à-dire, en faisant abstraction de son signe, la correction $P - p$ sera négative: ainsi l'on aura généralement

$$P - (P - p) = p.$$

Si l'on fait le calcul de la première distance de Matas à la Morella, et que l'on convertisse en toises tous les termes de la formule, on aura

1er TERME.	2e TERME.	3e TERME.	4e TERME.
9.7101800—	9.40915—	8.93203+	log. 3=0.47712+
log. K=4.5771528	log. K²=9.15430	log. K³=3.73146	log. 3e t.=8.63412
cos. Z=9.7946971+	sin.² Z=9.78639	9.78639	tang.² H=9.89390
4.0820299—	tang. H=9.94695	cos. Z=9.79470	9.00514+
	c. log. N=3.19477	2 c. log. N 6.38954	=o^t,10
	1.49156—	8.63412+	
		=o^t,04	

1er terme	—	12078^t.97
2e t.	—	30.98
3e et 4e t.	+	0.14
P=	—	12109.81

Ainsi par la formule non corrigée, $-12109^t.81$;
par la formule exacte,

$$P\frac{\gamma'}{\gamma}(1 - e^4 \cos.^2 H) = -12109,31.$$

Correction d'ellipticité..... $+ 0^t,50 = P - p.$

On opérera pareillement pour les stations suivantes, et l'on aura pour la distance des parallèles :

De la Morella à Saint-Jean.	De Saint-Jean à Montsia.
— 9191^t,48	—29446^t,60
— 82,31	— 170,12
+ 0,05	+ 1,92
P=— 9273,74	Correct. d'ellipt. P=—29614,80 + 2^t,0
De Montsia à Desierto.	De Desierto à Montgo.
—30028^t,58	—72841^t,15
— 62,56	— 2,23
+ 0,71	+ 0,06
Correct. d'ellipt. P=—30090,43 + 2^t,1	Correct. d'ellipt. P=—72843,32 + 9^t,5
De Montgo à Formentera.	De Matas à Montjouy.
— 7550^t,53	— 8291^t,31
— 487,05	— 2,57
+ 1,37	0,00
P=— 8036,21	P=— 8293,88

Récapitulation.

12109^t,81	— 0^t,5
9273,74	
29614,80	— 2,0
30090,43	— 2,1
72843,32	— 9,5
8036,21	
161968,31	—14,1
— 8293,88	
153674,43	
— 14,10	Correction d'ellipticité.
Arc total... 153660,33	de Montjouy à Formentera.
Selon la commission du Bureau des longit. 153605,17	
Erreur..... 55,16	

Pour ne citer que des nombres qui fassent autorité, je rappellerai que, d'après la détermination de cette commission (*Connaiss. des temps* pour 1810, page 486), la longueur totale de l'arc, en toises, compris entre Dunkerque et Formentera, est de . . . . . 705188^{t},77

Otant la distance méridienne de Dunkerque à Montjouy, qui, selon la *Base du système métrique*, t. III, p. 89, est de 551583,60

il reste pour l'arc partiel de Montjouy à Formentera 153605,17

Pour vérifier ce résultat par ma méthode, on ajoutera d'abord les différences de latitude suivantes, données par le dernier tableau ci-dessus, et l'on aura :

de Matas à Montjouy.....	—	1617″,32
de Matas à la Morella.....	—	2361,48
de Montjouy à la Morella.....	—	744,16
de la Morella à Saint-Jean.....	—	1807,55
de Saint-Jean à Montsia.....	—	5776,16
de Montsia à Desierto.....	—	5868,72
de Desierto à Montgo.....	—	1.4208,00
de Montgo à Formentera.....	—	1568,04
de Montjouy à Formentera.....	—	2.9972,63

Autrement,

de Montjouy à la Morella.....	—	744,"16
de la Morella à Montagut.....	+	1224,89
de Montagut à Lleberia.....	—	3492,00
de Lleberia à Montsia.....	—	5316,47
de Montsia à Arès.....	—	1639,41
d'Arès à Espadan.....	—	6222,99
d'Espadan à Montgo.....	—	1.2214,78
de Montgo à Formentera.....	—	1568,04
de Montjouy à Formentera.....	—	2.9972,96
Ci-dessus.....		2.9972,63
Milieu.....	$\varphi =$	2.9972,795

D'un autre côté,

Latitude géodésique de Montjouy....		45°.9599",30
Latitude géodésique de Formentera..		42.9626,24
De là, somme..	$\Phi =$	88.9225,54
	$2\Phi =$	177.8451.

Ces éléments étant trouvés, l'arc A de méridien cherché, dont l'amplitude est φ, et qui appartient au même ellipsoïde sur lequel les triangles sont projetés, s'obtiendra au moyen de cette formule connue :

$$A = a(1-e^2)[m\varphi - n \sin.\varphi \cos.\Phi + \tfrac{1}{4} p \sin.2\varphi \cos.2\Phi ....],$$

dans laquelle a désigne le rayon de l'équateur, e^2 le carré de l'excentricité, et où l'on a

$$m = 1 + \frac{3}{4}e^2 + \frac{45}{64}e^4$$
$$n = \frac{3}{4}e^2 + \frac{15}{16}e^4$$
$$p = \frac{15}{64}e^4$$

En la mettant sous cette forme :

$$A = V_\varphi - V' \sin.\varphi \cos.\Phi + V'' \sin.2\varphi \cos.2\Phi,$$

et évaluant numériquement les coefficients V, V', V'', à l'aide des dimensions de l'ellipsoïde, dont la surface est celle de projection des triangles, on aura, φ étant donné en grades ou degrés centésimaux,

log.V=5.0000313; log.V'=4.4912209—; log.V''=1.49242,

lorsque le rayon a sera exprimé en mètres; mais comme nous voulons avoir A en toises, nous ajouterons à chacun de ces logarithmes, 9.7101800. Voici au reste le type de ce calcul fort simple :

1er TERME.	2e TERME.	3e TERME.
log.V=5.0000313	log.V'=4.4912209—	log.V''=1.49242+
log.φ=0.4767273	sin.φ=8.6726906	sin.2φ=8.97324
log.const.=9.7101800	cos.Φ=9.2383660	cos.2Φ=9.97310—
5.1869386	log.const.=9.7101800	log.const.=9.71018
	2.1124575—	0.14894—

1er terme	153793t,71	
2e t.	— 129,55	
3e t.	— 1,41	
	A = 153662,75	= distance méridienne de
Selon la commission du Bureau des longit...	153605,17	Montjouy à Formentera.
Erreur de la commiss.	57,58	

La formule ci-dessus est, sans doute, la plus simple et la plus générale qu'on puisse employer dans cette circonstance; mais, à l'aide de cette série,

$$A = -\gamma\varphi \sin. 1'' + \frac{3}{4}\frac{e^2}{a^2}\gamma N^2 \sin. 2H . \varphi^2 \sin.^2 1'' - \frac{1}{2}\frac{e^2}{a^2}\gamma N^2 \cos. 2H . \varphi^3 \sin.^3 1'' \ldots .$$

démontrée à la page 282 du tome I de ma *Géodésie*, et dans laquelle γ est le rayon de courbure du méridien, et N la normale à la latitude géodésique H de Montjouy, on trouve

$$A = -153697t,21 + 34t,93 - 0t,14 = -153662t,42,$$

en prenant l'amplitude φ en secondes, puis faisant attention que

$$\log. e^2 = 7.8108714, \text{ et } \log. a = 6.8046154.$$

Il est donc bien prouvé maintenant qu'une erreur de 57 toises affecte la distance méridienne de Montjouy à Formentera, calculée par la commission du Bureau des longi-

tudes; erreur qu'il importe de signaler dans l'intérêt de la science, et qui semblait pouvoir s'expliquer, comme je l'ai dit à l'Académie dans la séance du 16 mai 1836, en supposant une méprise dans le choix qui aurait pu être fait entre les deux stations de la Morella, très-peu distantes l'une de l'autre, pour lier directement Montjouy au réseau de triangles; mais, toute réflexion faite, cette erreur affecte réellement la distance méridienne du signal de Matas à celui de Formentera. En effet, dans le rapport sur le prolongement de la méridienne de France, inséré à la page 485 du volume de la *Connaissance des temps,* pour 1810, et attribué à Burckhardt, il est dit que cette distance est

de.....	315552 mèt.
Or, par ce qui précède, on a, en toises, 161968^t,3—14^t,1=161954^t,2, et, réduisant en mètres, il vient.....	315655 mèt.
Ainsi, l'erreur est de.....	103 mèt.

ou de 53 toises, à fort peu près. D'après cela, l'on est porté à penser qu'un seul calculateur s'était chargé d'effectuer le développement de cet arc, et que sa méthode n'offrait pas, comme les deux précédentes, un moyen facile de vérification : d'ailleurs, le rapport de Burckhardt n'annonce nullement que cette opération ait été faite séparément par chacun des trois commissaires. Quant à moi, je crois avoir mis mon résultat hors de toute contestation.

Avant de quitter ce sujet, je ferai une nouvelle comparaison de l'arc mesuré à l'équateur avec celui de France, corrigé à la fois des 57^t,58 ci-dessus et de la discordance des bases de Melun et de Perpignan, sur laquelle on ne peut plus

élever le moindre doute. Je remarque d'abord que la portion d'arc comprise entre Greenwich et le Panthéon, et trouvée de 150186^{t},7, n'est susceptible d'aucune correction; car les triangles du major Roy, joints à ceux de la méridienne de Delambre, prouvent que les bases de Melun et d'Angleterre s'accordent très-bien entre elles. Quant à la portion de cette méridienne, renfermée entre les parallèles du Panthéon et de Montjouy, il est indubitable qu'elle doit être corrigée proportionnellement à la moitié de la discordance des bases mesurées par Delambre, lorsqu'on adopte la rectification qui résulte de la triangulation du royaume, et qui a généralement établi plus d'harmonie entre les autres bases. Or, on sait que cette discordance est de 1^{m},82 pour une longueur de 11708^{m},22, et que, pour la faire disparaître, il faut accroître de 33^{t},2 la distance du Panthéon au parallèle de Montjouy, évaluée par Delambre à 426638^{t},8 (page 472 de la *Nouvelle description géométrique de la France*). Reste l'arc compris entre cette seconde station et le parallèle de Formentera, dont la longueur est de 153662^{t},75, d'après ce qui précède; faisant, bien entendu, abstraction des 4^{t} d'incertitude dont elle est susceptible, en vertu d'une formule de probabilité de Laplace, vu qu'elle ne dérive que d'une seule base.

On a donc en définitive,

Distance mérid. de Greenwich à Formentera = 730521^{t},5;

laquelle excède, par conséquent, de 90^{t},2 celle que Delambre a publiée. En la combinant avec l'arc à l'équateur corrigé par cet astronome, on trouve le quart du méridien, supposé elliptique, de 5131575 toises, avec un aplatissement de $\frac{1}{304}$.

Ainsi, en admettant les deux corrections que je viens d'indiquer, et qui ne peuvent plus être révoquées en doute, la longueur du mètre, provenant des mesures de France et du Pérou, serait de..... $3^{pi.}\ 0^{po.}\ 11^{lig.},368$

Mais sa longueur légale est de..... 3 0 11 ,296

Donc la différence = 0 ,072

Telle est la conséquence la plus rigoureuse qui puisse ressortir de la vérification actuelle. Il est d'ailleurs très-remarquable qu'en ne considérant que l'arc compris entre Dunkerque et Montjouy, et prenant toujours pour unité le rayon de l'équateur, l'aplatissement de l'ellipsoïde terrestre qu'on croyait être de $\frac{1}{309}$ est au contraire de $\frac{1}{306}$, c'est-à-dire, le même que celui que donnent les inégalités lunaires en latitude et en longitude, dont la loi a été découverte par l'illustre auteur de la *Mécanique céleste* (*). Cette identité, qui ne saurait être l'effet du hasard, résulte non-seulement de l'excellence des théories astronomiques, mais encore de ce que les deux arcs comparés ont été mesurés avec une précision extrême, et qu'ils se trouvent dans les circonstances les plus favorables à la détermination de la figure de la terre.

(*) En combinant l'arc de France actuel, successivement avec ceux de l'équateur, de Suède et de l'Inde, puis l'arc de l'équateur avec celui de Suède, on trouve quatre aplatissements un peu différents les uns des autres, mais dont la moyenne est encore $\frac{1}{306}$.

MÉMOIRE

SUR

LES INONDATIONS

QUI ONT EU LIEU EN DIFFÉRENTS TEMPS

DANS LA VALLÉE DE PARIS.

PAR M. GIRARD.

Lu à l'Académie des Sciences, le 16 mai 1836.

LES débordements de la Seine autour et dans l'intérieur de Paris ont toujours eu des conséquences si graves, qu'aucun historien ou annaliste de cette ville n'a manqué de rappeler ces accidents avec plus ou moins de détails.

Grégoire de Tours, le plus ancien de ces historiens, rapporte, lib. VI, cap. 25, qu'au mois de février 583, la huitième année du règne de Childebert II, la Seine et la Marne grossirent à tel point, qu'entre *la ville et la basilique de Saint-Laurent il arriva plusieurs naufrages* (1).

(1) Anno octavo Childeberti regis, pridie calendas februarias, die dominico (anno 583), ... aquæ extra solitum invaluerunt; nam tantam inundationem Sequana Matronaque (*la Seine et la Marne*)

L'explication de ce récit de Grégoire de Tours a présenté de grandes difficultés à ses commentateurs. Jugeant de l'état de ce territoire par l'état où ils le voyaient, la plupart d'entre eux ont été conduits à supposer que l'église Saint-Laurent dont il s'agit n'était point celle qui existait de leur temps, et ils l'ont placée sur la rive gauche de la Seine, dans les environs de Saint-Severin; de sorte que les naufrages mentionnés dans le passage que nous venons de rapporter auraient eu lieu dans le petit bras de la rivière qui passait à gauche de la petite île de Lutèce ou de la cité. D'autres, sans déplacer l'église de Saint-Laurent du lieu qu'elle paraît toujours avoir occupé, ont pensé que, par les naufrages qu'occasionna le débordement de 583, on ne devait pas entendre la perte et la destruction de bateaux employés à naviguer sur la Seine, mais des dommages de toute nature que subirent les habitations et les propriétés exposées à l'inondation entre la ville et la basilique de Saint-Laurent.

Les commentateurs de Grégoire de Tours n'auraient point trouvé de difficultés à expliquer le fait dont il nous a conservé le souvenir, s'ils eussent eu une juste idée de la formation du terrain d'alluvions qui s'étendait depuis les murs de la ville, c'est-à-dire, depuis les limites de son ancien faubourg septentrional jusqu'au pied du coteau où l'église Saint-Laurent était assise. Nous avons fait voir ailleurs, et nous indiquerons dans un mémoire spécial que nous aurons l'honneur de présenter à l'Académie, comment, pendant les progrès et

---

circà Parisius intulerunt, ut inter civitatem et basilicam sancti Laurentii naufragia sæpe contingerent.

(Grégoire de Tours, éd. de Ruinart, p. 299.)

l'exhaussement de ces alluvions, une partie de l'espace qu'elles occupaient dut rester inférieure au reste de cet espace; de sorte que les eaux de la Seine remplissaient ce bas-fond et y coulaient avec plus ou moins de vitesse dans les temps de leurs crues. C'était, en un mot, un bras de ce fleuve où les bateaux pouvaient être remisés, qu'ils pouvaient parcourir librement, ou même dans lequel ils pouvaient être entraînés avec violence par une débâcle de glaces; accident probable au mois de février, pendant lequel Grégoire de Tours nous apprend que l'inondation de 583 eut lieu. Il suffit de prendre à la lettre le texte de cet auteur pour expliquer naturellement les naufrages dont il est fait mention.

Au surplus, cette opinion n'est pas nouvelle et avait déjà été émise à la fin du XVII[e] siècle. Dom J.-J. Mabillon (1)

---

(1) Anonymo suffragatur Gregorius turonensis episcopus, cum in historia scribit : *tantam inundationem Sequana Matronaque circa Parisius intulerunt, ut inter civitatem et basilicam sancti Laurentii naufragia sæpe contingerent.* Hæc quippe Gregorii verba australi suburbanorum parti (quæ editior est) aptari nequeunt; sed apprime cadunt in aquilonalem, ubi fundus humilior est atque depressior, nostra quoque ætate crebra fluminis inundatione conspersus. Sunt qui velint aquilonalem hanc plagam non solum in exundationibus duntaxat insolitis, uti modo, Sequanæ undas recepisse; huc enim, inquiunt, Sequanæ alveolus ferebatur; qui prope muros urbis hodierno Armentario conjunctos, à reliquo fluvio secatus, proximis se paludibus immiscebat, tum loci humore, accitisque vicino è monte pluvialibus aquis fortior, volvebatur inter sanctorum Martini et Laurentii basilicas, indeque majoris alvei cursum, quasi peracto semi-circulo repetebat; cujus rei vestigium superest in sordido rivulo (*le grand égout*) qui etiam nunc eadem fermè loca, seu spatia præterfluit. Verum id ab antiquo scriptore testatum vellem, etc. (*De re diplomatica* Joannis Mabillon, *lib. IV, pag.* 309. MDCLXXXI.)

rapporte que, suivant certaines personnes dont cependant il ne cite pas les noms, la partie septentrionale de la vallée de Paris, plus basse que le reste de son territoire, n'était pas seulement sujette à être inondée par les crues extraordinaires de la Seine, mais qu'un bras de ce fleuve y coulait constamment, affectant la forme d'un demi-cercle. Sans rien opposer à cette opinion, qu'il semble réduire à une simple conjecture, il pense que cet ancien bras se trouve aujourd'hui tracé par le cours du grand égout : ce qui rend probable l'opinion qu'il expose. Il regrette toutefois de ne point la trouver appuyée du témoignage de quelque ancien historien.

Il aurait été à désirer, sans doute, que Grégoire de Tours eût fait connaître la hauteur de l'inondation dont il nous a transmis le souvenir, au-dessus du niveau ordinaire des eaux de la Seine; mais alors l'utilité de ces observations était au-dessus de la portée de ceux qui auraient pu les recueillir. Quoi qu'il en soit, le récit de Grégoire de Tours est d'une grande importance par la connaissance qu'il donne de la topographie et du relief de la vallée de Paris, et que ce récit vient à l'appui de celui de Labiénus, quand il mit le siége devant cette ville par ordre de Jules César (1).

---

(1) Les Gaulois qui occupaient l'île de Lutèce étant informés que les Romains avaient quitté Sens (*Agendicum*) pour marcher contre eux, mirent à leur tête l'Aulerque Camulogène, « qui prope confectus ætate, tamen « propter singularem scientiam rei militaris ad eum est honorem evectus: « is cum animadvertisset perpetuam esse paludem quæ influeret in Se- « quanam atque omnem illum locum impediret, hic consedit, nostrosque « transitu prohibere instituit. » (*De bello gallico Cæs. commentarius*, lib. VII.)

Il y eut en France, en 821, du temps de Louis le Débonnaire, une si grande abondance de pluies, que les fruits de la terre en furent perdus, et qu'on ne put rien semer qu'au printemps suivant : l'inondation qui eut lieu à Paris couvrit la place de Grève et les rues adjacentes. Les chroniques contemporaines ne disent point à quelle hauteur les eaux montèrent au-dessus de leur niveau ordinaire, mais on y trouve qu'elles cessèrent de s'élever par l'effet d'un miracle de sainte Geneviève (1).

En 886, pendant que les Normands faisaient le siége de Paris, sous Charles le Simple, un autre débordement eut lieu, au commencement de février, et emporta une estacade qui avait été construite à dessein d'empêcher les assiégeants de remonter la Seine (2).

En 1196, en 1288, en 1296, en 1540, en 1649, d'autres inondations emportèrent successivement le pont au Change, le petit pont et le pont Saint-Michel. On ne tenait point compte de la hauteur de ces inondations. C'était par les désastres qu'elles avaient occasionnés qu'on en conservait le souvenir. Il est digne de remarque cependant que les années presque consécutives de 1647, 1649, 1651 et 1658 furent marquées par des crues d'eau extraordinaires qui inspirèrent les plus grandes inquiétudes à tous les habitants. Les prévôts des marchands et les échevins, dans l'embarras où les mettait cet état de choses, convoquèrent à l'hôtel de ville toutes les personnes qu'ils jugeaient capables de leur indiquer les

(1) *Nouvelles annales de Paris*, par dom Toussaint Duplessis, p. 135.

(2) *Abbo*, lib. II. — Dom Toussaint Duplessis, p. 176.

moyens d'en prévenir le retour. Quelques-uns de leurs mémoires furent imprimés dans le temps, et parmi ces mémoires il faut distinguer celui de M. Petit, qui était alors directeur des fortifications de Paris; non pas que le canal de décharge qu'il proposait d'ouvrir, depuis l'Arsenal jusqu'à Saint-Ouen, à travers la plaine de Saint-Denis, eût été de quelque efficacité, mais parce qu'il recueillit des observations importantes sur la hauteur à laquelle les eaux s'élevèrent en 1658 : ainsi, il trouva que la hauteur au-dessus de leur niveau ordinaire fut de 19 pieds à la Maison rouge, en amont du fossé de l'Arsenal, tandis qu'elles montèrent seulement de 17 pieds à la Savonnerie et à Saint-Cloud.

Les diverses reconnaissances que M. Petit eut occasion de faire dans cette circonstance, des lieux inondés, lui prouvèrent que ces lieux formaient un bas-fond, qui s'étendait des fossés de l'Arsenal jusqu'à la Savonnerie, dans l'emplacement qu'un bras de la Seine avait occupé autrefois, et dans la partie la plus profonde duquel le grand égout était alors ouvert. Ainsi ces reconnaissances venaient à l'appui des conjectures auxquelles on est conduit par le récit que fait Grégoire de Tours de l'inondation de 583.

Les inondations des mois de janvier 1665 et 1667 mirent encore les ponts de Paris dans un péril imminent. Une inondation plus considérable les menaça de nouveau en 1690. Les eaux de la Seine s'étendirent dans le Cloître Notre-Dame, dans les cours du Palais de Justice, et couvrirent plusieurs rues du quartier de l'Université.

Les années 1711, 1725 et 1751, furent marquées par des débordements, moindres à la vérité que ceux que nous venons de rappeler. Ils fixèrent cependant l'attention des magistrats

municipaux sur la recherche des moyens propres à prévenir, s'il était possible, le retour d'accidents semblables.

L'inondation qui commença au mois de décembre 1740, et qui se prolongea pendant une partie du mois de janvier suivant, est la plus considérable de toutes celles dont on eût conservé le souvenir jusqu'alors. L'Académie crut devoir charger deux de ses membres, MM. de Parcieux et Buache, d'en observer les progrès, tant par rapport aux rues qu'elle couvrait, que par rapport à la hauteur comparée à celle des débordements précédents.

M. Buache s'occupa immédiatement de ce travail, dont on trouve le premier résultat inséré dans le volume de nos Mémoires pour l'année 1741. Il consiste surtout dans un plan sur lequel on voit indiqué par une teinte bleue tout l'espace que les eaux couvrirent. Les recherches auxquelles M. Buache se livra à cette occasion, le conduisirent à proposer à l'Académie, en 1742, la levée d'un plan hydraulique de Paris, lequel aurait indiqué non-seulement les parties de cette ville exposées aux grandes inondations, mais encore l'élévation de ses différents quartiers au-dessus du niveau de la Seine. Ce second mémoire est accompagné, non-seulement de plusieurs plans dressés sur une plus grande échelle que celui qu'il avait joint à son mémoire de 1741, mais encore d'un profil du sol de Paris, depuis la barrière Saint-Martin jusqu'à l'Observatoire, ainsi que d'un autre profil marquant l'inclinaison de la nappe d'eau souterraine qui alimente les puits creusés dans ce trajet.

Pendant que M. Buache s'occupait aussi utilement de la topographie de Paris, les désastres qu'on venait d'éprouver, et ceux dont on était menacé, ne permettaient pas d'être in-

différent sur une matière aussi grave. Voilà sans doute le principal motif qui détermina M. Bonami, membre de l'Académie royale des inscriptions, à lire à la séance publique de cette Académie, en 1741, des recherches spéciales sur l'inondation en 1740, comparée aux inondations précédentes.

Malgré l'étendue de ces recherches, M. de Parcieux crut que le champ n'en était point épuisé; car, en 1764, il lut à l'Académie des sciences un mémoire fort étendu sur le même sujet. Il s'attacha surtout à retrouver dans les endroits que la tradition et des témoignages historiques avaient indiqués comme ayant été inondés à certaines époques, soit des inscriptions, soit quelque autre marque authentique qui constatât ces traditions. Ses investigations n'eurent pas toujours le succès qu'il espérait; cependant, il les multiplia assez pour en conclure l'excédant de hauteur de l'inondation de 1740 sur celles de 1751 et de 1764, vis-à-vis le fossé de l'Arsenal, à la Grève et à la place Maubert, entre le Louvre et le quai Malaquais, enfin, au pont tournant des Tuileries. On a dû remarquer, en lisant ce qui précède, que, depuis 1651 jusqu'en 1764, c'est-à-dire, depuis le milieu du XVII^e^ siècle jusqu'au milieu du XVIII^e^, les débordements de la Seine ont été beaucoup plus fréquents que dans les siècles qui avaient précédé. M. de Parcieux attribue cette différence au rétrécissement de la Seine par les quais entre lesquels son lit fut resserré pendant le XVII^e^ et le XVIII^e^ siècle. La vérité de cette opinion est incontestable; mais d'autres causes que nous aurons l'honneur d'exposer plus tard au jugement de l'Académie, ont également concouru à la fréquence de ces débordements.

Les années 1784, 1799, 1804 et 1807, ont aussi été marquées par des inondations de la Seine. Les hauteurs de ce

fleuve n'étaient indiquées, lors de la première de ces crues, que dans le journal de Paris. On y lit que, le 3 et le 4 mars 1784, les eaux de la Seine se trouvaient à 20$^{p.}$, 6$^{p.}$ au-dessus du zéro du pont de la Tournelle, point de repère commun d'où l'on compte les variations de leur niveau.

Ce ne fut qu'en 1807 que les ingénieurs des ponts et chaussées, chargés de la construction du pont de la place Louis XV, commencèrent à dresser, jour par jour, les tableaux de ces variations. M. de Prony, notre savant et célèbre confrère, qui s'occupa de ce travail plusieurs années de suite, en a fait connaître les résultats.

Les années comprises depuis 1784 jusqu'en 1802 se passèrent sans inondations extraordinaires; mais, le 3 janvier 1802, la Seine s'éleva de 7 mètres 75 centimètres au-dessus du zéro du pont de la Tournelle, c'est-à-dire, à 0 mètres 37 centimètres seulement au-dessous des grandes eaux de 1740.

On doit à M. Bralle, ingénieur hydraulique du département de la Seine, un mémoire très-détaillé sur la marche de l'inondation de 1802, ainsi que le récit des désastres qu'elle occasionna, et des mesures que prit l'autorité pour en arrêter le cours. M. Bralle joignit à son mémoire un plan de Paris, sur lequel il a marqué par des teintes différentes les quartiers de cette ville qui se trouvèrent submergés. Il se conforme en cela, comme on voit, à l'idée que M. Buache avait eue le premier en 1741; mais il a donné plus d'extension à cette idée : car les diverses teintes dont son plan est couvert, n'indiquent pas seulement les quartiers qui n'ont eu que leur superficie exposée à l'inondation, mais encore ceux qui avaient éprouvé des inondations souterraines par l'effet de filtrations à travers le sol.

Cinq ans après, une inondation qui fit craindre des accidents aussi graves que ceux occasionnés par quelques-unes des inondations précédentes, eut lieu au mois de mars 1807. M. Égault, ingénieur des ponts et chaussées, qui était alors employé aux travaux du canal de l'Ourcq et de la distribution de ses eaux, fut chargé par le directeur général de recueillir dans les différents quartiers de Paris tous les renseignements propres à faire connaître les différentes hauteurs que l'inondation y avait atteintes. Cet important travail ne pouvait être confié à un ingénieur plus exercé, et qui connût mieux la topographie de la capitale; aussi trouve-t-on dans son mémoire du 5 avril 1807 un grand nombre d'observations, à l'aide desquelles il serait facile de dresser un nouveau plan analogue à ceux de M. Buache et de M. Bralle, dont nous avons parlé plus haut. On y trouve aussi un examen approfondi du mémoire lu à l'Académie des sciences en 1764 par M. de Parcieux, et la relation de quelques faits qui y sont consignés.

Cet académicien, que ses recherches sur les inondations de la Seine avaient longtemps occupé, regrettait de n'avoir retrouvé qu'un très-petit nombre, soit d'inscriptions, soit de quelques autres indications authentiques qui, gravées sur les murs de quelques monuments, auraient conservé la trace des grandes eaux à différentes époques. Il attribuait la disparition de ces documents matériels aux changements que le relief du sol de Paris éprouvait journellement, par la construction de nouveaux édifices qu'on y érigeait en remplacement d'édifices plus anciens. Il s'est opéré de notre temps beaucoup plus de changements de cette nature, qu'il ne s'en opérait du temps de M. de Parcieux; et nous aurions à nous plaindre beaucoup plus que lui de voir disparaître chaque jour par la

même cause de semblables témoignages. Heureusement, des échelles, gravées sur les piles de certains ponts de Paris, indiquent jour par jour, et, pour ainsi dire, d'heure en heure, les variations du niveau de la Seine.

Les ponts qui portent ces échelles sont le pont de la Tournelle, le pont Royal et celui de la place Louis XV.

Ce n'est point ici le lieu de rappeler les dates auxquelles remonte l'établissement de ces échelles, ni les différences de hauteur qui existent entre le zéro de chacune d'elles. Notre savant confrère, M. de Prony, et M. l'ingénieur Égault se sont occupés de cette matière. Il nous suffira de dire que la Seine cesse d'être navigable lorsqu'elle se trouve à o mètre 3o centimètres au-dessous du zéro du pont de la Tournelle; elle cesse de l'être, suivant les saisons, lorsqu'elle s'élève à la hauteur de trois ou quatre mètres au-dessus du même point, ce qui laisse aux bateaux chargés en conséquence la liberté de passer sous les ponts. Ainsi l'on a, entre ces deux limites, en prenant plusieurs années consécutives, la durée moyenne de la période annuelle pendant laquelle la navigation de la Seine est praticable. Quelques ingénieurs ont appliqué le relevé des variations journalières de ce fleuve à la détermination de cette durée, et ils ont en cela rendu un véritable service au commerce par eau de la ville de Paris.

Il ne serait pas moins utile de lever plusieurs profils transversaux du cours de la Seine entre les ponts de la Tournelle et de la place Louis XV, et d'observer entre chacun de ces profils la vitesse superficielle du courant. Connaissant le rapport de cette vitesse superficielle à la vitesse moyenne de la masse d'eau en mouvement, on connaîtrait, avec un degré d'approximation suffisant, le volume de l'écoulement à l'instant

même de l'observation; et, comme la vitesse du fil de l'eau varie nécessairement avec la superficie de la section transversale du fleuve, on obtiendrait, à l'aide d'une série d'observations de cette vitesse, et des variations contemporaines du niveau de l'eau, mesurées sur l'une des échelles des ponts de Paris, le débit de la Seine, ou le volume d'eau qu'elle porte à la mer, soit pendant l'année entière, soit pendant de plus courtes périodes.

La détermination de ce volume fournirait les connaissances les plus positives qu'on ait acquises jusqu'à présent sur le régime hydraulique de la vallée de la Seine, et sur la quantité de pluie que reçoit moyennement chaque année, toute l'étendue de territoire où les affluents de ce fleuve prennent leurs sources.

Mais, indépendamment de cette détermination importante pour la météorologie, on obtiendra par les mêmes procédés, en remontant du fleuve principal aux affluents qu'il reçoit, le volume de chacun de ces derniers; de sorte qu'en supposant leur pente connue préalablement, on pourra calculer la force motrice dont ils sont capables.

Ces opérations, qui sont entièrement du ressort des ingénieurs des ponts et chaussées, pourraient être faites, sans plus de difficultés, sur tous les cours d'eau de la France. On saurait donc, après quelques années d'un travail persévérant, la somme des forces motrices que les cours d'eau peuvent fournir à chacun de nos départements, pour entretenir ou étendre l'industrie qu'on y exerce.

Nous pourrions pousser plus loin nos considérations sur l'utilité de l'observation journalière des changements de niveau auxquels la surface de nos grands fleuves est sujette;

mais nous sortirions des limites dans lesquelles nous croyons devoir nous renfermer quant à présent, nous réservant de revenir plus tard sur la matière que nous avons entrepris de traiter.

Nous nous bornerons à appeler l'attention de l'Académie sur la loi que suivent l'accroissement et le décroissement des grands cours d'eau.

En examinant avec un peu d'attention les tableaux graphiques des variations observées dans le niveau de la Seine, depuis l'année 1806 jusqu'en 1834 inclusivement, on observe que l'eau du fleuve s'élève jusqu'à son *maximum* avec beaucoup de rapidité, et qu'elle descend à son *minimum* avec beaucoup de lenteur; de sorte que la courbe qui représente sensiblement la loi dont il s'agit, se divise en deux branches à partir de son sommet : l'une, *ascendante,* est concave vers une ligne horizontale, prise pour axe des abscisses; l'autre, *descendante,* est convexe vers le même axe.

Les affluents de la Seine étant sous l'influence d'une multitude de causes qui en font varier le volume, on conçoit que la courbe qui représente la loi de l'accroissement et du décroissement de la Seine doit manifester dans son cours quelques anomalies d'autant plus sensibles à l'œil que les ordonnées de cette courbe sont plus rapprochées les unes des autres.

On ne remarque point de semblables anomalies, lorsque le fleuve, sujet à croître et à décroître périodiquement, ne reçoit point d'affluents entre ses deux extrémités. On reconnaît, par exemple, une régularité presque parfaite dans la courbe des variations de niveau du Nil, dont nous mettons le tableau graphique sous les yeux de l'Académie, à partir du 1er juillet 1799 jusqu'au 30 mars 1800.

Ce que nous disons ici de l'accroissement et du décroissement du Nil, se manifeste, suivant la même loi, dans la marche du flux et du reflux, telle qu'on l'observe dans nos ports; et l'on conçoit que le maintien de la loi de continuité exige qu'il en soit ainsi. C'est aux ingénieurs qui y sont employés, à y recueillir de nouvelles observations qui puissent appuyer ou rectifier celles dont nous venons d'occuper quelques instants l'Académie.

RECHERCHES CHIMIQUES

SUR

LA TEINTURE.

PAR M. CHEVREUL.

INTRODUCTION

AUX TROISIÈME, QUATRIÈME, CINQUIÈME ET SIXIÈME MÉMOIRES DE CES RECHERCHES.

Lue à l'Académie des Sciences, le 2 janvier 1837.

1. Je me propose dans les troisième, quatrième, cinquième et sixième mémoires de mes recherches chimiques sur la teinture, de constater d'abord les changements que les agents les plus généraux, tels que l'eau pure, l'atmosphère, la lumière du soleil et la chaleur, peuvent faire éprouver dans des circonstances bien définies, à plusieurs matières colorantes fixées sur les étoffes, afin de démêler ensuite l'influence des forces simples capables de produire ces effets, soit en agissant seules, soit en agissant simultanément.

2. Si tout le monde sait avec quelle rapidité certaines matières colorantes, telles que le curcuma, le rocou, le carthame, l'orseille, etc., s'altèrent lorsque les étoffes sur lesquelles le teinturier les a fixées, reçoivent dans le sein de l'atmosphère la lumière directe du soleil, personne, à ma connaissance, n'a entrepris de déterminer *la part que la lumière prend précisément à ces phénomènes d'altération, en recherchant si elle est capable de les produire en agissant seule, à l'exclusion de la vapeur d'eau et surtout de l'oxygène*, qui sont aussi deux causes d'action par lesquelles l'atmosphère intervient dans beaucoup de phénomènes : personne, à ma connaissance, sous un autre rapport que celui que je viens de considérer, n'a entrepris de déterminer par des observations précises *si la même matière colorante fixée sur le coton, la soie et la laine, est plus altérable dans un cas que dans les autres.*

3. Ce sont des recherches suivies sous ce double rapport, pendant plusieurs années, qui font l'objet de trois mémoires (troisième, quatrième et cinquième). Les phénomènes dont je vais parler ont exigé un temps si long pour être observés, et des expériences si multipliées pour être étudiés dans plusieurs matières, que je me vois forcé, malgré la conviction où je suis de la nécessité d'entreprendre de nouvelles recherches dans la voie où j'ai commencé à m'engager, de négliger maintenant d'envisager mon sujet sous un troisième rapport, *celui des relations existantes entre les principes colorants et les produits de leur altération.*

4. Cette recherche exige beaucoup de connaissances, entre autres celle de la composition immédiate des matières colorantes fixées sur les étoffes, celle de la composition élémentaire des principes immédiats qui les constituent, enfin la

connaissance de leurs propriétés, y compris celles qu'elles manifestent lorsqu'il survient des changements plus ou moins légers, et plus ou moins profonds, dans l'arrangement de leurs atomes, et que ces changements surviennent dans des circonstances plus ou moins analogues à celles où elles sont quand elles s'altèrent sous l'influence des agents atmosphériques, après avoir été fixées sur des étoffes. Ce n'est donc pas à une époque où la composition immédiate des matières colorantes est à peine connue, où il n'existe qu'un très-petit nombre d'analyses élémentaires de quelques-uns de leurs principes immédiats, que le travail dont je parle peut être entrepris avec quelque chance de succès. Mais parce qu'il est le complément de la science appliquée à la teinture, il y aurait, suivant moi, une grave omission de ma part, si je ne l'avais pas signalé; et il y a plus : pour en démontrer l'importance, je consacrerai un mémoire spécial (le sixième de mes recherches chimiques appliquées à la teinture) à l'examen particulier du changement qu'une matière colorante qui passe généralement pour être assez bien connue dans sa composition, et qui commence à être d'un usage assez fréquent en teinture, est susceptible d'éprouver dans plusieurs circonstances où elle peut être placée. Je veux parler du bleu de Prusse.

5. Avant d'entrer dans l'exposé de mes recherches, je crois devoir rappeler que les changements que le chimiste observe dans les corps sujets de ses études, peuvent, dans l'état actuel de la science, être rapportés à trois causes distinctes, lesquelles sont susceptibles d'agir simultanément, du moins relativement aux moyens que nous avons d'en observer les effets.

Première cause. — *Agent dit impondérable, tel que la chaleur, la lumière, l'électricité.*

6. La décomposition du peroxyde de mercure chauffé dans le vide; celle de l'oxyde d'or exposé au soleil dans le vide; celle de l'ammoniaque gazeuse par des étincelles électriques, sont des exemples que nous citons d'effets produits par des causes que nous considérons, dans l'état actuel de la science, comme simples.

Deuxième cause. — *Affinité mutuelle des corps.*

7. La dissolution du sucre dans l'eau, l'union d'un acide avec un alcali, sont des exemples de l'affinité.

La conversion de l'acide hydrochlorique et de l'oxyde d'argent en eau et chlorure d'argent; la production de l'acide hydrochlorique lorsqu'on fait passer dans un tube rouge de feu deux volumes de chlore et deux volumes de vapeur d'eau, ou bien lorsqu'on expose à la lumière du soleil du chlore dissous dans l'eau, sont des exemples de combinaisons opérées en vertu de l'affinité, aux dépens de composés dont l'équilibre des atomes constituants est détruit sous l'influence d'une certaine température, ou sous celle de la lumière du soleil.

Troisième cause.

8. On admet assez généralement aujourd'hui que certains corps en contact avec d'autres déterminent en ceux-ci des changements chimiques, sans qu'on puisse les faire dépendre de l'affinité, ou sans qu'on soit fondé, dans l'état actuel de nos connaissances, de les rapporter à une force connue, telle que l'électricité, par exemple, qui exercerait son action par l'intermédiaire de ces corps. Citons des exemples :

La décomposition de l'eau oxygénée par le platine, l'or, le peroxyde de manganèse, la fibrine, etc.

Dans ces derniers temps, M. Berzelius a proposé de désigner la cause de ces phénomènes par l'expression de *force catalytique*.

RECHERCHES CHIMIQUES

SUR

LA TEINTURE.

PAR M. CHEVREUL.

TROISIÈME MÉMOIRE.

DE L'ACTION DE L'EAU PURE SUR DES ÉTOFFES TEINTES AVEC DIFFÉRENTES MATIÈRES COLORANTES.

Lu à l'Académie des Sciences, le 2 janvier 1837.

9. L'eau peut être envisagée sous des points de vue fort différents en teinture; elle peut l'être :

1° Dans ses relations hygrométriques avec les étoffes, ainsi que je l'ai fait dans le second mémoire de ces recherches;

2° Dans ses relations de dissolvant liquide avec les étoffes déjà teintes, lorsqu'elle agit pour en séparer la matière colorante, ou la modifier, l'altérer : c'est sous ce point de vue que je l'étudie dans ce mémoire;

3° Dans ses relations de vapeur avec les étoffes teintes, lorsqu'elle agit, soit avec le contact de la lumière seulement, soit avec le contact de la lumière et des agents atmosphériques; c'est sous ce point de vue que je l'étudierai dans mon quatrième mémoire;

4° Dans ses relations de vapeur avec les étoffes teintes, lorsqu'elle agit à une température de 100° et plus, soit seule, soit avec les agents atmosphériques : c'est sous ce point de vue que je l'étudierai dans mon cinquième mémoire.

10. Sous le second, le troisième et le quatrième point de vue, l'eau est envisagée, soit à l'état liquide, soit à l'état de vapeur, dans sa tendance à modifier ou altérer les matières colorantes fixées déjà sur les étoffes. Pour compléter l'étude des points de vue généraux suivant lesquels l'eau peut être envisagée en teinture, il y en a deux encore qui se rapportent à la fixation même des matières colorantes sur les étoffes : dans l'un de ces points de vue on considère l'eau à l'état liquide, servant d'intermédiaire à la matière colorante et autres corps qui se fixent sur l'étoffe; dans l'autre on considère l'eau à l'état de vapeur chaude à 100°, déterminant la fixation des matières qui ont été appliquées sur les étoffes, soit par imprégnation, soit par impression.

L'étude de l'eau envisagée sous ce dernier point de vue, fera le sujet d'un mémoire spécial où je développerai les résultats généraux d'expériences multipliées sur la *théorie du fixage par la vapeur.*

De l'action de l'eau liquide sur des étoffes teintes.

11. L'eau, à la température ordinaire, et absolument privée d'air, mise en contact avec les étoffes teintes, ne peut exercer d'action que sur celles dont la matière colorante est de nature à s'y dissoudre, soit en totalité, soit, ce qui est le plus ordinaire, en partie seulement : ainsi l'eau sera sans action sur une étoffe teinte avec l'indigotine, tandis qu'elle tendra à dissoudre l'acide sulfo-indigotique qui aura été appliqué sur un autre échantillon de la même étoffe, soit seul, soit par l'intermédiaire du peroxyde d'étain, de l'alumine, etc.; mais dans aucun cas, connu aux températures ordinaires, l'eau pure ne tendra à altérer la composition élémentaire des principes qu'elle pourrait dissoudre, du moins dans les circonstances où l'étoffe elle-même n'est pas altérée.

12. J'ai conservé pendant un mois dans l'eau distillée, les étoffes de laine que je vais nommer, sans avoir remarqué aucun changement sensible.

Laine mordancée avec l'alun, teinte avec la gaude.

Laine mordancée avec l'alun et le tartre, teinte avec la gaude.

Laine mordancée avec l'alun, teinte avec le bois jaune.

Laine teinte avec le rocou.

Laine mordancée avec l'alun et le tartre, teinte avec l'orseille.

Laine mordancée avec l'alun et le tartre, teinte avec le bois de Brésil.

Laine mordancée avec l'alun et le tartre, teinte avec le bois de campêche.

Laine mordancée avec l'alun et le tartre, teinte avec la garance.

Laine mordancée avec l'alun et le tartre, teinte avec la cochenille.

13. Au bout de trois ans, les changements étaient pour ainsi dire insensibles, car ils se bornaient à une très-légère teinte rousse que les jaunes avaient prise, et à une couleur faiblement brune que le campêche présentait. J'ai tout lieu de penser que cette légère altération tenait à l'action de l'oxygène atmosphérique qui avait pénétré dans les flacons, quoique bien bouchés à l'émeri et remplis; et ce qui me paraît le démontrer, c'est que les mêmes laines teintes, conservées dans les mêmes circonstances, dans des flacons d'eau d'acide hydrosulfurique, n'avaient pas changé: les jaunes étaient francs et le campêche était violet.

14. J'ajouterai, à ce que je viens de dire, qu'au bout de quelques jours de séjour dans l'eau d'acide hydrosulfurique,

La laine teinte avec l'acide sulfo-indigotique était complétement décolorée : elle redevenait bleue à l'air.

La laine teinte avec l'orseille était décolorée : elle redevenait violette à l'air.

La laine teinte avec le bois de Brésil était très-affaiblie au bout d'un mois.

15. Au bout de trois ans, la laine teinte avec l'orseille était absolument incolore. L'eau était saturée d'acide hydrosulfurique. Par le contact de l'air, la laine reprenait sa couleur violette. Elle n'était pas sensiblement altérée.

La laine teinte avec le bois de Brésil était excessivement affaiblie dans sa couleur; cependant elle était encore rosée. L'eau contenait de l'acide hydrosulfurique. La laine retirée

du flacon n'était pas sensiblement altérée; elle conservait sa couleur rosée pâle; il y avait donc eu décomposition d'une partie de la couleur, et cependant l'hydrogène sulfuré était en excès.

La laine teinte avec le rocou était absolument incolore. L'eau ne retenait plus d'acide hydrosulfurique. La laine retirée du flacon n'était pas sensiblement altérée; elle ne redevenait pas jaune orangée à l'air. On peut croire que la couleur avait été altérée par l'oxygène atmosphérique, puisqu'il n'y avait plus d'acide hydrosulfurique dans le flacon.

16. Les expériences précédentes se rapportent à un cas où le poids des étoffes teintes était à l'eau dans le rapport de 1 à 500; mais je dois faire observer que les choses auraient pu se passer autrement, si la masse de l'eau en contact avec l'étoffe pendant un certain temps, eût été en quantité infiniment grande par rapport à elle. Il aurait pu arriver des modifications résultant de l'action dissolvante du liquide sur quelque principe soluble de la matière colorante; c'est ce qui a lieu, par exemple, lorsqu'une écarlate de cochenille, ou un rouge garance, fixé sur la laine par la composition d'étain, sont en contact avec une grande masse d'eau pure; ils perdent de l'acide, et la couleur de l'étoffe, en perdant du jaune, tire sur le rouge ou sur le cramoisi.

RECHERCHES CHIMIQUES

SUR

LA TEINTURE.

PAR M. CHEVREUL.

QUATRIÈME MÉMOIRE.

DES CHANGEMENTS QUE LE CURCUMA, LE ROCOU, LE CARTHAME, L'ORSEILLE, L'ACIDE SULFO-INDIGOTIQUE, L'INDIGO ET LE BLEU DE PRUSSE, FIXÉS SUR LES ÉTOFFES DE COTON, DE SOIE ET DE LAINE, ÉPROUVENT DE LA PART DE LA LUMIÈRE, DES AGENTS ATMOSPHÉRIQUES ET DU GAZ HYDROGÈNE.

Lu à l'Académie des Sciences, le 2 janvier 1837.

CHAPITRE PREMIER.

Dispositions expérimentales.

1. Des étoffes de coton, de soie et de laine, en fils ou tissées, teintes avec le curcuma, le rocou, le carthame, l'orseille, l'acide sulfo-indigotique, l'indigo et le bleu de Prusse, ont été exposées, après avoir été fixées sur des cartons, à re-

cevoir l'influence de la lumière directe du soleil dans les sept circonstances suivantes :

1° Dans un flacon où l'on avait fait le vide, et qui contenait en outre du chlorure de calcium;

2° Dans un flacon contenant de l'air séché par du chlorure de calcium;

3° Dans un flacon contenant de l'air saturé de vapeur d'eau;

4° Dans l'atmosphère;

5° Dans un flacon contenant de la vapeur d'eau pure;

6° Dans un flacon contenant du gaz hydrogène séché par du chlorure de calcium;

7° Dans un flacon contenant de l'hydrogène saturé de vapeur d'eau.

2. Les flacons dans lesquels on avait fait le vide étaient munis d'un bouchon de liége, traversé par un tube de cuivre à robinet, qui s'adaptait à une machine pneumatique. Le bouchon était en outre assujetti au goulot du flacon, au moyen d'une enveloppe de caoutchouc fortement ficelée. Enfin, ce goulot plongeait dans un bain d'huile de colza, de manière que si le flacon n'avait pas tenu le vide, le liquide s'y serait introduit. Les flacons dans lesquels on avait fait le vide, étaient ceux de la première et de la cinquième circonstance; on l'avait fait également dans ceux de la sixième et septième circonstance, avant de les remplir de leurs fluides élastiques.

3. Les flacons de la deuxième et troisième circonstance étaient fermés au moyen de bouchons usés à l'émeri.

4. On a pris toutes les précautions imaginables afin que les divers échantillons soumis à l'expérience reçussent également l'influence de la lumière. Tous étaient placés sur la même table, de manière à être frappés durant la plus grande

partie du jour par le soleil, qui leur parvenait après avoir traversé le toit de verre d'une chambre que j'ai fait construire aux Gobelins pour cet usage. Dans les jours chauds, la température y est de 36° à 42°, et quelquefois même elle s'élève jusqu'à 50°. Je dois faire observer que les étoffes de la 4e circonstance, exposées au sein de l'atmosphère de la chambre, étaient dans une condition à recevoir, toutes choses égales d'ailleurs, une plus forte action de la part de la lumière que les autres qui se trouvaient renfermées dans des flacons; car j'ai remarqué qu'un verre interposé entre le soleil et une matière altérable par ses rayons, ralentit sensiblement l'altération de cette matière; mais je dois ajouter que dans les flacons, les échantillons étaient soumis à une température plus haute que ceux qui étaient simplement dans l'atmosphère.

5. On notait les changements que les étoffes pouvaient éprouver, en les comparant à des échantillons identiques que je nomme *normes*. Durant le temps que les normes ne servaient pas, ils étaient enveloppés de papier noir et renfermés dans une boîte de fer-blanc. Les comparaisons des normes avec les étoffes exposées à la lumière ont eu lieu d'abord toutes les vingt-quatre heures, puis tous les trois jours, tous les cinq jours, tous les dix jours, enfin tous les mois. La durée de l'exposition a été de deux ans.

6. J'ai remarqué que la face des échantillons qui ne voyait pas le soleil, et qui ne recevait que la lumière réfléchie par les murs, était à peu près aussi changée que la face qui recevait la lumière directe. Cette remarque sera prise en considération à la fin de ce mémoire (129).

7. Je me suis assuré par l'expérience suivante, que les flacons où l'on avait fait le vide ne contenaient pas d'oxygène,

après les deux ans qu'avait duré leur exposition au soleil, en les adaptant, au moyen du pas de vis du robinet R', à un petit récipient à robinet R, placé sur le plateau de la machine pneumatique, comme le représente la figure ci-jointe. Un tube de verre, large, contenant du phosphore rouge divisé, spontanément inflammable, était sur le plateau de la machine. Lorsque le vide était fait dans l'obscurité sous le récipient, que le phosphore n'était plus lumineux, on ouvrait le robinet R, sur-le-champ il y avait inflammation à cause de la petite quantité d'air resté entre les robinets R et R'. On faisait le vide, enfin, en ouvrant le robinet R' qui mettait la capacité du flacon en rapport avec le phosphore; il n'y avait pas trace de lumière, et l'on pouvait constater en même temps que le vide était, à peu de chose près, aussi exact qu'au commencement de l'expérience.

CHAPITRE II.

Résultats des observations faites pour apprécier les changements que les étoffes soumises à l'expérience ont éprouvés de la part de la lumière, des agents atmosphériques et du gaz hydrogène.

8. Je vais présenter, dans autant de tableaux que j'ai examiné de matières colorantes, les changements que les échantillons de coton, de soie et de laine, teints avec une de ces matières, ont éprouvés dans les sept circonstances indiquées dans le premier chapitre (1). Je résumerai à la fin de chaque tableau, les faits les plus remarquables qu'il présente.

9. Je me servirai de l'expression de *couleur passée*, lorsqu'il ne restera plus rien qui rappelle la *couleur franche primitive*. Ce qui ne signifie pas que l'étoffe passée ne réfléchit plus de rayons de cette couleur, mais qu'ils sont tellement éteints que l'étoffe est fauve ou grise.

10. Je ferai remarquer qu'il y a eu deux séries d'expériences, pour les étoffes teintes avec le curcuma, le rocou, le carthame et l'orseille.

La première, comprenant les circonstances 1, 2, 3 et 4, a été commencée le 6 mai 1834, et terminée le 6 mai 1836;

La seconde, comprenant les circonstances 5, 6 et 7, a été commencée le 28 août 1834, et terminée le 28 août 1836.

Enfin, pour les étoffes teintes avec l'acide sulfo-indigotique, l'indigo et le bleu de Prusse, il y a eu une série d'expériences commencées le 24 mai 1834, et terminées le 24 mai 1836.

Mais je crois que, sans erreur notable, on peut considérer tous mes résultats comme ayant été obtenus dans une seule série d'expériences.

PREMIER TABLEAU.

CURCUMA.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, VIDE SEC ET LUMIÈRE.	2e CIRCONSTANCE, AIR SEC ET LUMIÈRE.	3e CIRCONSTANCE, AIR HUMIDE ET LUMIÈRE.
Curcuma.				
Après une exposition de 24 heures.	COTON... SOIE..... LAINE...	rien.....	changement presque insensible...	idem.....
de 72 heures.	COTON... SOIE..... LAINE...	presque rien.....	changement léger.....	change ment plus grand que 2
de 7 jours.	COTON... SOIE..... LAINE...	changement	plus affaiblis que I..... plus brune que I.....	couleurs absolument changées...
de 11 jours	COTON... SOIE .... LAINE...	beaucoup baissés relativement aux normes	plus altérés que I..... FAUVE, IL N'Y A PLUS DE JAUNE BRILL.	IL N'Y A PLUS DE JAUNE BRILLANT couleur de paille... FAUVE SANS JAUNE BRILLANT..
de 15 jours.	COTON... SOIE..... LAINE. .	encore jaune..... encore jaune..... jaune fauve.....	plus affaibli que I..... plus affaiblie que I..... fauve plus brun que I.....	PRESQUE BLANC ..... plus affaiblie que 2..... fauve.....
de 18 jours.	COTON... SOIE..... LAINE...	très-affaiblis, mais encore du jaune dans le fauve.....	plus affaiblis que I; presque plus de jaune dans le fauve.....	gris..... gris-fauve..... fauve-roux ..... Passés
de 21 jours.	COTON... SOIE..... LAINE...	très-affaiblis, mais encore du jaune dans le fauve.....	plus de jaune dans le fauve..... Passés..	PLUS PASSÉS QUE 2.....
de 28 jours.	COTON... SOIE..... LAINE...	encore du jaune..... fauve. Passés.	blanchâtre.....	PLUS BLANCHATRE QUE 2..... GRISATRE..... GRISATRE.....
de 63 jours.	COTON... SOIE..... LAINE...	fauve..... gris-fauve..... roux-fauve..... Passés...	moins foncés que I.....	UN PEU PLUS FONCÉS QUE 2....
de 80 jours.	COTON... SOIE... . LAINE...	... .	... ...

4e CIRCONSTANCE, ATMOSPHÈRE ET LUMIÈRE.	5e CIRCONSTANCE, VAPEUR D'EAU ET LUMIÈRE.	6e CIRCONSTANCE, GAZ HYDROGÈNE SEC ET LUMIÈRE.	7e CIRCONSTANCE, GAZ HYDROGÈNE, VAPEUR D'EAU ET LUMIÈRE.
em.....	presque rien.....	comme 1	comme 5.
m.....	changement très-léger.....	comme 1.....	comme 5.
ileurs absolument changées...	ont pris du rougeâtre.....	comme 1.....	comme 5.
on moins changé que 3.....			
oins altéré que 3.....	plus haut que norme.....	comme 1.....	presque comme 5
is altérée que 3.....	orange-roux.....		coton moins frais.
oins altérée que 3.....	Jaune-roux. Passés.....		
oins altéré que 3.			
is affaiblie que 3.			
oins alterée que 3			
mme 3.....	plus haut que norme.....	comme 1.....	un peu plus altérés que 5.
en plus pâle que 3.. Passés.	roux. Passée.....		
peu plus pâle que 3.	roux. Passée.....		
us passés que 3.			
us passés que 3.....	moins haut que norme.....	comme 1.....	un peu plus affaiblis que 5.
	Roux-fauve.....		
	Roux-fauve.....		
oins foncés que 3.....	très-affaibli.....	comme 1.....	presque identiques à 5
	Roux-fauve.....		
	Roux-fauve.....		
.....	Presque Passé.....	comme 1.....	presque identiques à 5.
.....	.....		
.....	.....		
.....	Passé.....	comme 1.....	presque identiques à 5.
.....	.....		
	.....		
anchâtre.....	moins décoloré que 1.....	comme 1.....	presque identiques à 5.
oins colorée que 2.....	moins décolorées que 1.....		
oins colorée que 2.....			

CURCUMA.

Sous l'influence de la lumière.

11. Le curcuma passe dans le vide et l'hydrogène sec, mais plus lentement que dans l'air sec, l'air humide et l'atmosphère; et d'un autre côté, les étoffes, surtout la laine et la soie, ont une couleur fauve grisâtre assez prononcée, que n'ont pas celles qui ont été dans l'air sec ou humide et l'atmosphère.

12. Il passe à peu près également dans l'air sec et l'atmosphère, cependant un peu davantage dans l'atmosphère, surtout sur la soie et la laine.

13. Il laisse plus de couleur à la soie et à la laine, exposées dans l'air humide, qu'aux échantillons qui le sont dans l'atmosphère ou l'air sec. C'est l'inverse pour le coton.

14. Il se comporte dans la vapeur d'eau et dans l'hydrogène humide, sensiblement de la même manière; mais l'action qu'il reçoit de la vapeur d'eau, s'il est fixé sur le coton, est des plus remarquables. En effet la couleur du curcuma se fonce d'abord beaucoup, puis elle s'affaiblit lentement, de manière qu'il faut plus de temps pour que la couleur passe dans la vapeur d'eau, qu'il n'en faudrait si elle était dans le vide sec. Ce résultat est d'autant plus digne d'attention, que la soie et la laine ne donnent pas la même stabilité au curcuma que le fait le coton.

DEUXIÈME TABLEAU.

ROCOU.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, VIDE SEC ET LUMIÈRE.	2e CIRCONSTANCE, AIR SEC ET LUMIÈRE.	3e CIRCONSTANCE, AIR HUMIDE ET LUMIÈRE.
Rocou.				
Après une exposition de 24 heures.	COTON. SOIE. LAINE.	rien.	rien	presque rien.
de 72 heures.	COTON. SOIE. LAINE.	rien.	changement léger,	changem. un peu plus grand que
de 7 jours.	COTON. SOIE. LAINE.	rien. rien. changement léger	plus rouge que 1. faible changement. plus altérée que coton et soie.	plus altérés que 2.
de 11 jours.	COTON. SOIE. LAINE.	rien. rien. affaiblie sensiblement.	changement sensible. changement sensible. plus affaiblie que 1.	plus rougeâtre. moins jaune que norme. laine plus affaiblie.
de 15 jours.	COTON. SOIE. LAINE.	rien. rien. fauve orangé.	rougeâtre. moins rougeâtre. d'un fauve clair.	rouge pâle sans jaune. orange pâle. fauve léger. PASSÉE.
de 18 jours.	COTON. SOIE. LAINE.	rien. rien. fauve-orange.	rouge. un peu affaiblie. fauve. PASSÉE.	rouge très-affaibli. rouge-orange. Très-affaiblie. fauve léger. PASSÉE.
de 21 jours.	COTON. SOIE. LAINE.	rien. rien. fauve-orangé.	orange. orange-rouge. Peu affaiblie. FAUVE.	très-affaiblis, encore rougeâtr FAUVE LÉGER.
de 28 jours.	COTON. SOIE. LAINE.	rien. rien. fauve-orangé.	rouge. orangé-rouge. FAUVE.	plus faibles que 2. BLANC-FAUVE.
de 39 jours.	COTON. SOIE. LAINE.	rien. rien. fauve orangé		
de 63 jours.	COTON. SOIE. LAINE.	rien rien. affaiblie.	rougeâtre. pelure d'oignon.	bien plus altérés que 2.
de 110 jours.	COTON. SOIE. LAINE.			
de 123 jours.	COTON. SOIE. LAINE.	rien. rien. fauve-jaunâtre.	rougeâtre. pelure d'oignon faible. fauve très-pâle.	plus altérés que 2.
de 261 jours.	COTON. SOIE. LAINE.			
de 1 an.	COTON. SOIE. LAINE.			
de 2 ans.	COTON. SOIE. LAINE.	moins altérés que normes. très-affaiblie.	encore rougeâtre. légèrement. Pelure d'oignon. blanc-fauve.	blanc. plus pâle que 2. plus haute que 2.

4e CIRCONSTANCE, ATMOSPHÈRE ET LUMIÈRE.	5e CIRCONSTANCE, VAPEUR D'EAU ET LUMIÈRE.	6e CIRCONSTANCE, GAZ HYDROGÈNE SEC ET LUMIÈRE.	7e CIRCONSTANCE, GAZ HYDROGÈNE, VAPEUR D'EAU ET LUMIÈRE
sque rien	rien	comme I.	comme 5
ngem. un peu plus grand que 2.	rien	comme I	comme 5
us altérés que 3	presque pas de changement un peu plus pâle que norme	comme 1	comme 5.
ore du jaune ve	presque identiques aux normes un peu affaiblie	comme 1	comme 5
ore du jaune ve	presque identiques aux normes un peu affaiblie		
ins affaiblis que 3 ssé	presque identiques aux normes un peu affaiblie	comme I	comme 5
ins affaiblis que 3.			
ENTIQUE A 2.			
ins affaiblis que 3 nc-fauve	presque identiques aux normes un peu affaiblie	comme I	à peu près identiques à 5.
	rougeâtre très-affaibli pelure d'oignon, affaiblie Passée	comme I	presque identiques à 5.
ins altérés que 3 et plus que 2.	rougeâtre très-affaibli pelure d'oignon très-affaiblie Passée	comme I.	identiques à 5.
	presque passé	comme I	identiques à 5.
esque identiques à 3			
	Passé très-affaiblie Passée	comme I.	presque identiques à 5.
	presque blanc pelure d'oignon blanc-fauve	comme I	presque identiques à 5.
anc-rose resque identiques à 3	presque blanc pelure d'oignon blanc-fauve	comme I	presque identiques à 5.

ROCOU.

Sous l'influence de la lumiere.

15. Le rocou ne s'altère pas dans le vide et l'hydrogène sec, quand il est appliqué sur le coton et sur la soie, mais il s'altère sur la laine.

16. Il s'altère dans l'air sec, mais plus facilement sur la laine, et même sur la soie, que sur le coton.

17. La vapeur d'eau dans l'air facilite sa décomposition sur le coton; elle n'a pas la même influence sur la soie et la laine, de sorte que ces deux étoffes, après une exposition de deux ans dans l'air sec, l'air humide et l'atmosphère, sont à peu près identiques.

18. On remarque, malgré cela, que dans les premiers temps de l'exposition l'altération va plus vite dans l'air humide que dans l'atmosphère, et que dans la dernière c'est l'inverse. Le coton à l'air humide est plus blanc que les échantillons de coton de l'air sec et de l'atmosphère.

19. Le rocou s'affaiblit moins rapidement dans la vapeur d'eau que dans l'atmosphère, et il est remarquable qu'il est plus solide sur la soie que sur le coton, et sur le coton que sur la laine, tandis que nous avons vu que le curcuma, dans les mêmes circonstances, est plus solide sur le coton que sur la soie et la laine.

TROISIÈME TABLEAU.

CARTHAME.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, VIDE SEC ET LUMIÈRE.	2e CIRCONSTANCE, AIR SEC ET LUMIÈRE.	3e CIRCONSTANCE, AIR HUMIDE ET LUMIÈRE.
Carthame.				
Après une exposition de 24 heures.	COTON... SOIE... LAINE...	rien	presque rien	rose tirant sur le lilas changement léger
de 72 heures.	COTON... SOIE... LAINE...	rien	changement léger	rose-lilas peu de rose
de 7 jours.	COTON... SOIE... LAINE...	rien presque identiques aux normes.	affaibli sensiblement il reste peu de rose	rose-lilas plus haut que 2. Plus de rose. Passées
de 11 jours.	COTON... SOIE... LAINE...	presque identiques aux normes.	rose très-affaibli encore du rose fauve-rosé	rose-lilas, mais affaibli Passées
de 15 jours.	COTON... SOIE... LAINE...	presque identiques aux normes.	rose très-affaibli encore du rose	rose-lilas affaibli Passées
de 18 jours.	COTON... SOIE... LAINE...	presque identiques aux normes.	rose très-affaibli encore du rose fauve-rosé	lilas léger Fauve sans rose. Passées
de 21 jours.	COTON... SOIE... LAINE...	presque identiques aux normes.	très-peu de rose fauve-rosé	lilas haut comme le rose de 2. Passées
de 28 jours.	COTON... SOIE... LAINE...	presque identiques aux normes.	trace de rose pelure d'oignon rosée. Passées	lilas plus affaibli que 2. Plus passées que 2.
de 63 jours.	COTON... SOIE... LAINE...	presque identiques aux normes.	trace de rose Pelure d'oignon fauve. Passées.	lilas Passées
de 110 jours.	COTON... SOIE... LAINE...	presque identiques aux normes.	trace de rose Passées	trace de lilas Passées
de 123 jours.	COTON... SOIE... LAINE...	presque identiques aux normes.	presque passé Passées	presque passé Passées
de 194 jours.	COTON... SOIE... LAINE...	presque identiques aux normes.	Passé Passées	Passés
de 261 jours.	COTON... SOIE... LAINE...			
de 1 an.	COTON... SOIE... LAINE...			
de 2 ans.	COTON... SOIE... LAINE...	très-légèrement affaiblis	blanchâtre-rosé blanc-grisâtre-fauve blanc-fauve	plus blanc que 2. plus foncée que 2. plus foncée que 2.

4e CIRCONSTANCE, ATMOSPHÈRE ET LUMIÈRE.	5e CIRCONSTANCE, VAPEUR D'EAU ET LUMIÈRE.	6e CIRCONSTANCE, HYDROGÈNE SEC ET LUMIÈRE.	7e CIRCONSTANCE, HYDROGÈNE, VAPEUR D'EAU ET LUMIÈRE.
sque rien	rose tendant au lilas changement sensible changement très-grand	comme I	comme 5.
ngement léger	rose tirant au lilas changement très-sensible peu de rose	comme I	comme 5.
s altéré que 3. ns altérées que 3	rose-violet plus haut que norme très-affaiblie en rose ABSOLUMENT JAUNE	comme I	comme 5.
sque plus de rose ns affaiblies que 3	rose-violet plus haut que norme. jaune-rosé PASSÉE	comme I	comme 5. soie plus altérée cependant.
sque plus de rose sque passées		comme I.	
sque plus de rose ve légèrement rosé ve. PASSÉE	légèrement affaibli JAUNE DE PAILLE. PASSÉE JAUNE. PASSÉE	comme I	comme 5
sé sée sée		comme I	comme 5.
sés	affaibli PASSÉES	comme I	comme 5.
ssés	affaibli PASSÉES	comme I	comme 5.
ssés plus que 3	affaibli PASSÉES	comme I	comme 5.
ssés	affaibli PASSÉES	comme I	comme 5.
ssés	affaibli PASSÉES	comme I	comme 5.
	affaibli PASSÉES	comme I	comme 5.
	affaibli PELURE D'OIGNON BLANC FAUVE	comme I	comme 5.
anchâtre-rosé anc-grisâtre-fauve anc-fauve	encore rose blanc-grisâtre blanc-fauve	comme I	comme 5.

CARTHAME.

Sous l'influence de la lumière.

20. Le carthame, dans le vide et dans le gaz hydrogène sec, ne s'affaiblit qu'extrêmement peu, et plus sur la laine que sur le coton et la soie.

21. Il s'altère dans l'air sec, et plus vite sur la laine et la soie que sur le coton; cependant il n'est point aussi stable que le rocou dans cette circonstance.

22. Il s'altère bien plus vite dans l'air humide sur la laine et la soie, que cela ne lui arrive dans l'air sec; et on doit noter que la vapeur d'eau dans l'air, ne le rend guère plus altérable sur le coton qu'il ne l'est dans l'air sec; seulement la couleur tire sur le lilas. Quand il est altéré complétement, le coton est plus blanc que l'échantillon qui a été exposé dans l'air sec.

23. Dans l'atmosphère, le carthame s'efface plus vite sur le coton que dans l'air sec et l'air humide.

24. Dans la vapeur d'eau, le carthame s'altère assez rapidement sur la soie et surtout sur la laine, tandis qu'il conserve une quantité notable de rose lilas, après une exposition de deux ans. Il est sans doute remarquable de voir d'abord le ton de la couleur du coton s'élever au-dessus du ton du norme en prenant du violet, puis baisser peu à peu, sans cependant disparaître.

Enfin l'air humide décolore moins la soie et la laine teintes en carthame, que ne le font l'air sec et l'atmosphère.

QUATRIÈME TABLEAU.

ORSEILLE.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES. —	1re CIRCONSTANCE, VIDE SEC ET LUMIÈRE.	2e CIRCONSTANCE, AIR SEC ET LUMIÈRE	3e CIRCONSTANCE, AIR HUMIDE ET LUMIÈRE.
Orseille.				
Après une exposition de 24 heures.	COTON. / SOIE. / LAINE.	rien.	rien.	presque rien.
de 72 heures.	COTON. / SOIE. / LAINE.	rien.	presque rien.	changement sensible.
de 7 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	rien.	violet jauni.	presque blanc. / plus changées que 2.
de 11 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	tendance à prendre du bleu.	très-affaiblis ; tendance à jaunir.	presque blanc. / fauve-violâtre. / violet mêlé de fauve.
de 15 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	comme ci-dessus	très-affaiblis ; fauve augmenté.	presque blanc. / lie de vin. PASSÉE. / rougeatre.
de 18 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	comme ci-dessus.	FAUVE. PASSÉ. / fauve rougeâtre.	BLANCHATRE. PASSÉ. / fauve rougeâtre. PASSÉES. / fauve rougeâtre.
de 21 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	un peu plus pâle. / comme ci-dessus	PRESQUE BLANC. PASSÉ. / fauves rougeâtres.	BLANCHATRE. PASSÉ. / ENCORE ROUGEATRES. PASSÉES.
de 28 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	comme ci-dessus.	PASSÉ. / fauve lie de vin violâtre.	PASSÉ. / plus passées que 2.
de 63 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	comme ci-dessus.	PASSÉ. / fauve lie de vin violâtre.	PASSÉ. / fauve brun, trace de violet.
de 113 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	comme ci-dessus.	PASSÉ. / fauve encore violâtre.	PASSÉ. / FAUVE SANS VIOLET. PASSÉES.
de 163 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	comme ci-dessus.	PASSÉ. / fauve encore violâtre	PASSÉ. / fauve.
de 231 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.			
de 1 an.	COTON. / SOIE. / LAINE.	comme ci-dessus.	PASSÉ. / encore vineuses.	PASSÉ. / GRIS LÉGÈREMENT VINEUX.
de 2 ans.	COTON. / SOIE. / LAINE.	légèrement violet. / bien plus bleuâtres que normes.	blanc légèrement rosâtre. / fauve-violâtre. / fauve-violâtre	blanc plus clair que 2. / presque identique à 2. / un peu plus haute.

4e CIRCONSTANCE, atmosphère et lumière.	5e CIRCONSTANCE, vapeur d'eau et lumière.	6e CIRCONSTANCE, hydrogène sec et lumière.	7e CIRCONSTANCE, gaz hydrogène, vapeur d'eau et lumière.
presque rien.	rien.	rien.	rien.
changement sensible.	rien.	rien.	rien.
changement moindre que 3.	iden. au norm. sauf un peu plus bl. identiques aux normes.	rien.	comme 5.
changement moindre que 3.	presque identiques aux normes ; tendance à prendre du bleu.	tendance à prendre du bleu	comme 5
changement moindre que 3.	comme ci-dessus.	comme I.	comme 5.
moins blanchâtre que 3. moins passée que 3. plus passée que 3.	comme ci-dessus.	comme I.	comme 5.
Moins blanchatre que 3. Passé.			
Plus passées que 3.			
Passés.	presque identique aux normes ; tendance à jaunir.	comme I.	comme 5.
Passés.	comme ci-dessus.	comme I.	comme 5.
Passés plus que 3.	comme ci-dessus.	comme I.	comme 5.
Passés.	comme ci-dessus.	comme I.	comme 5.
	comme ci-dessus.	comme I.	comme 5 ; sauf qu'il y a tendance à prendre du bleu.
Passés.	affaibli beaucoup. presque identiques aux normes, mais moins bleues.	comme I.	Passé. très-affaiblie. violet-brun-roux.
blanc légèrem. rosâtre comme 3. blanc fauve. blanc fauve.	comme ci-dessus	comme I.	blanchâtre. affaiblie. violet plus brun que norme.

ORSEILLE.

Sous l'influence de la lumière.

25. L'orseille dans le vide et le gaz hydrogène persiste sur les étoffes, avec cette différence qu'elle tend au violâtre; elle baisse sur le coton, mais excessivement peu.

26. Elle s'altère dans l'air sec en prenant du jaune; après deux ans, la soie et la laine ont encore une teinte vineuse.

27. Si la vapeur d'eau favorise son altération sur le coton dans l'air, elle n'a guère d'influence, dans la même circonstance, sur l'orseille fixée à la soie et à la laine; car après deux ans ces deux étoffes ressemblent aux échantillons correspondants de l'air sec. Ce fait est d'autant plus remarquable que dans l'atmosphère l'altération de l'orseille est plus grande, car il ne reste plus, sur les deux étoffes, de trace rougeâtre.

28. L'orseille se conserve dans la vapeur d'eau pure sur la soie et la laine, moins sur le coton, et il est remarquable qu'après avoir pris du bleu elle prend du jaune.

Elle se comporte au commencement de l'exposition de la même manière dans l'hydrogène et la vapeur d'eau; mais il arrive une époque où, après avoir jauni, elle semble reprendre du bleu.

CINQUIÈME TABLEAU.

ACIDE SULFO-INDIGOTIQUE.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, VIDE SEC ET LUMIÈRE.	2e CIRCONSTANCE, AIR SEC ET LUMIÈRE.	3e CIRCONSTANCE, AIR HUMIDE ET LUMIÈRE.
Acide sulfo-indigotique.				
Après une exposition de 3 jours.	COTON...	affaibli très-légèrement		très-affaibli
	SOIE....	identique au norme	presque identiques aux normes	peu affaiblie
	LAINE...	presque identique		bleu-verdâtre
de 10 jours	COTON...	affaibli très-légèrement		BLANC-JAUNATRE. Passé
	SOIE....	identique aux normes	presque identiques aux normes	très-affaiblie
	LAINE...	perdu son éclat sans affaiblissemt.	presque identique à I	verte, très-affaiblie
de 15 jours.	COTON...	affaibli		BLANC JAUNATRE
	SOIE....	identique aux normes	comme ci-dessus	très-affaiblie
	LAINE...	vert ardoisé		verdâtre très-affaiblie
de 25 jours.	COTON...			comme ci-dessus
	SOIE....	comme ci-dessus	comme ci-dessus	
	LAINE...			vert-grisâtre
de 35 jours.	COTON...	affaibli	plus affaibli	Passé
	SOIE....	plus haute en violet que norme	peu affaiblie	très-altérée
	LAINE...	ardoise-verdâtre	moins ardoisée que I	verdâtre très affaiblie
de 45 jours.	COTON...	gris de lin	très-affaibli	Passé
	SOIE....	très-peu changée	affaiblie	très-altérée
	LAINE...	ardoisée-verdâtre affaiblie	ardoisée	très-altérée
de 65 jours.	COTON...	gris de lin presque passé	très-affaibli	Passé
	SOIE....	très-peu changée, plus violette que norme	plus violette que norme	PRESQUE PASSÉE
	LAINE...	GRISE-ARDOISÉE. PASSÉE	moins altérée que I	PRESQUE PASSÉE. Jaune et bleuâtre
de 75 jours.	COTON...			
	SOIE....	comme ci-dessus	comme ci-dessus	comme ci-dessus
	LAINE...			
de 85 jours.	COTON...	très-affaibli	plus affaibli que I	Passé
	SOIE....			JAUNATRE PASSÉE
	LAINE...	comme ci-dessus	comme ci-dessus	jaune et encore verdâtre
de 95 jours.	COTON...			Passé
	SOIE....	comme ci-dessus	plus affaiblie que I	PASSÉE
	LAINE...		plus pâle que I; mais plus brillante	presque passée
de 105 jours.	COTON...		très-affaibli	BLANCHATRE
	SOIE....	comme-ci-dessus	violette très-peu affaiblie	JAUNATRE
	LAINE...		très-affaiblie	Jaunâtre, trace de bleu
de 115 jours.	COTON...			BLANCHATRE
	SOIE....	comme ci-dessus	comme ci-dessus	JAUNATRE
	LAINE...			JAUNATRE SANS BLEU. PASSÉE
de 135 jours.	COTON...			
	SOIE....	comme ci-dessus	plus affaiblis que I	Passés
	LAINE...			
de 237 jours.	COTON...	encore bleu	encore bleu	
	SOIE....	très-peu changée	bien plus faible que I	Passés
	LAINE...	ardoisée-verdâtre	moins foncée que I	
de 1 an.	COTON...	encore bleu		
	SOIE....	violette peu affaiblie	presque identiques à I ; moins de tendance au violet	Passés
	LAINE...	ardoisée très-affaiblie		
de 2 ans.	COTON...	encore bleuâtre	encore bleuâtre	blanc sale
	SOIE....	plus violette que norme, presque identique	un peu affaiblie	fauve rougeâtre
	LAINE...	ardoisée sans bleu	vert-grisâtre, etc	fauve sale

4e CIRCONSTANCE, ATMOSPHÈRE ET LUMIÈRE.	5e CIRCONSTANCE, VAPEUR D'EAU ET LUMIÈRE.	6e CIRCONSTANCE, GAZ HYDROGÈNE SEC ET LUMIÈRE.	7e CIRCONSTANCE, GAZ HYDROGÈNE, VAPEUR D'EAU ET LUMIÈRE.
ue identiques aux normes.			
ue identiques aux normes.			
r affaiblie.			
u affaibli.			
ieu.			
affaiblie ; verdâtre.			
affaibli.			
u affaiblie.			
s altérée que 3.			
e bleuâtre.			
hangée.			
s changée que 3.			
e bleuâtre.			
hangée.			
affaiblie ; verdâtre.			
e bleuâtre.			
hangée ; violettée.			
lterée entre 2 et 3.			
ue ci-dessus.			
ue passé.			
hangée ; violettée			
et verdâtre.			
ne passé.			
hangée.			
s altérée que 3.			
UE BLANCHATRE. Passé.			
hangée.			
s altérée que 3.			
CHATRE.			
faiblie.			
e du verdâtre.			
CHATRE.			
u affaiblie.			
E. Plus de verdatre.			
ne ci-dessus.			
ue ci-dessus.			
E.			
are notablement bleue.			
e plus clair que 3.			

ACIDE SULFO-INDIGOTIQUE.

Sous l'influence de la lumière.

29. L'acide sulfo-indigotique dans le vide sec ne tient pas sur le coton; il s'altère sur la laine, et pas, ou presque pas, sur la soie; il prend un peu de violet, comme cela arrive à l'indigo.

30. Dans l'air sec, il s'affaiblit un peu sur la soie, beaucoup sur le coton et même sur la laine; mais la couleur de cette dernière étoffe est moins terne, moins haute que celle de la laine qui a été dans le vide, et celle-ci, loin d'être verte, est ardoisée-violâtre, par contraste avec la précédente.

31. Dans l'air humide, l'acide sulfo-indigotique s'altère sur la soie aussi bien que sur la laine et le coton; le bleu s'évanouit d'abord sur le coton, puis sur la soie, enfin sur la laine.

32. Dans l'atmosphère, l'altération de l'acide est complète sur la laine et le coton, tandis que la soie est encore notablement colorée.

SIXIÈME TABLEAU.

INDIGO.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, VIDE SEC ET LUMIÈRE.	2e CIRCONSTANCE, AIR SEC ET LUMIÈRE.	3e CIRCONSTANCE, AIR HUMIDE ET LUMIÈRE
Indigo.				
Après une exposition de 72 heures.	COTON. / SOIE. / LAINE.	rien.	presque identiques aux normes, peut-être moins verdâtres ou plus violets.	presque identiques.
de 10 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	rien, si ce n'est soie et laine un peu plus violettes.	presque identiques aux normes.	affaiblissement sensible, soie tout. / presque identique au norme.
de 15 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	comme ci-dessus.	comme ci-dessus.	très-affaiblis. / presque identique au norme.
de 25 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	comme ci-dessus.	comme ci-dessus.	comme ci-dessus.
de 35 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	comme ci-dessus.	comme ci-dessus.	très-affaiblis. / presque pas.
de 45 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	plus violets que normes.	affaiblis. / presque identique à l.	très-affaiblis, plus verdâtre normes. / très-peu.
de 75 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	comme ci-dessus.	comme ci-dessus.	très-affaiblis tirant au vert. / peu.
de 135 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	comme norme, tendance au violet. / plus haute que norme. / comme norme, tendance au violet.	affaibli. / plus affaiblie que coton. / presque identique au norme.	très-affaibli / presque passée en partie / très-peu.
de 206 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	plus hauts que normes à cause du violet.	affaibli / très-affaiblie. / presque identique au norme.	très-affaibli. / à peine bleue. / très-peu.
de 268 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	comme ci-dessus.	comme ci-dessus.	très-affaibli. / des taches jaunes. / sensiblement affaiblie.
de 337 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	comme ci-dessus.	comme ci-dessus.	très-affaibli. / PASSÉE EN PARTIE. / sensiblement affaiblie.
de 1 an.	COTON. / SOIE. / LAINE.	comme ci-dessus.	comme ci-dessus.	comme ci-dessus.
de 1 an, + 84 jours.	COTON. / SOIE. / LAINE.	comme ci-dessus.	affaibli. / plus affaiblie. / peu affaiblie.	PRESQUE DÉCOLORÉ. / bleu-verdâtre-ardoisé. / plus affaiblie que 2.
de 2 ans.	COTON. / SOIE. / LAINE.	presque identiques aux normes; plus violets.	affaibli, mais d'un beau bleu. / plus affaiblie, verdâtre. / un peu affaiblie.	PRESQUE DÉCOLORÉ-JAU / presque décolorée, verd / plus affaiblie que 2.

4e CIRCONSTANCE, ATMOSPHÈRE ET LUMIÈRE.	5e CIRCONSTANCE, VAPEUR D'EAU ET LUMIÈRE.	6e CIRCONSTANCE, HYDROGÈNE SEC ET LUMIÈRE.	7e CIRCONSTANCE, HYDROGÈNE, VAPEUR D'EAU ET LUMIÈRE.
que identiques.			
peu affaiblis.			
que identique au norme.			
sensiblement affaiblis.			
peu affaiblie.			
ine ci-dessus.			
affaiblis que 3.			
us affaiblis que 3.			
blis tirant au vert.			
sensiblement affaiblie			
ibli, tendance au vert.			
ns affaiblie que 3, tend. au vert.			
iblie.			
ns affaiblis que 3.			
iblie.			
iblis presque autant que 3			
siblement affaiblie.			
PARTIE PASSÉ.			
ins que 3.			
siblement affaiblie.			
s que 3.			
siblement affaiblie.			
s que 3.			
ins affaiblie que 3.			
ESQUE DÉCOLORÉ COMME 3			
IE PLUS DÉCOLORÉE QUE 3.			
esque comme 3.			

INDIGO.

Sous l'influence de la lumière.

33. L'indigo dans le vide se conserve sur les trois étoffes, en prenant du violet. Il semble plutôt monter en ton que s'abaisser.

34. Dans l'air sec, l'indigo sur la laine ne s'affaiblit que très-peu; il s'affaiblit davantage sur le coton, mais en conservant sa fraîcheur; il s'affaiblit encore davantage sur la soie, mais il prend du jaune.

35. Dans l'air humide, il s'affaiblit plus que dans l'air sec.

36. Dans l'atmosphère, la décoloration est à peu près la même que dans l'air humide; cependant elle me paraît être un peu moindre sur la laine, égale sur le coton, et un peu plus faible sur la soie.

37. Mais si je ne me suis pas fait illusion, ou s'il n'y a pas eu quelque inégalité dans la manière dont les échantillons contenus dans l'air humide, et ceux exposés à l'atmosphère, recevaient l'influence de la lumière, l'altération aurait été plus vite dans l'atmosphère que dans l'air humide; puis il y aurait eu plusieurs autres alternatives jusqu'au résultat définitif.

38. Je parlerai ailleurs de l'action de la vapeur d'eau et de l'hydrogène sur l'indigo, etc.

SEPTIÈME TABLEAU.

BLEU DE PRUSSE.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, VIDE SEC ET LUMIÈRE.	2e CIRCONSTANCE, AIR SEC ET LUMIÈRE.	3e CIRCONSTANCE, AIR HUMIDE ET LUMIÈRE.
Bleu de Prusse.				
Après une exposition de 3 jours.	COTON...	bleu très-affaibli	presque identiques aux normes..	presque identique au norme...
	SOIE	presque blanchâtre		plus verdâtre
	LAINE...	d'un bleu vert, très-affaiblie		presque identique
de 10 jours.	COTON...	blanc-bleuâtre	comme ci-dessus	légèrement affaibli
	SOIE.....	blanc-verdâtre		verte, très-affaiblie
	LAINE...	verdâtre	foncée, en prenant du violet	foncée en verdâtre
de 15 jours.	COTON...	blanc légèrement bleuâtre	comme ci-dessus	comme ci-dessus
	SOIE.....	BLANCHATRE, PASSÉE		
	LAINE...	verdâtre très-affaiblie		
de 25 jours.	COTON...	plus affaiblis que ci-dessus	comme ci-dessus	peu affaibli
	SOIE.....			soie, davantage
	LAINE...			bleu-foncé-verdâtre
de 35 jours	COTON ..	encore bleuâtre	presque identique au norme	peu affaibli
	SOIE... .	BLANCHATRE	un peu verdâtre	presque décolorée
	LAINE...	verdâtre	montée en violet	bleu-verdâtre
de 45 jours.	COTON...	encore bleuâtre	presque identique au norme	peu affaibli
	SOIE.....	blanchâtre	un peu verdâtre	presque décolorée
	LAINE...	verdâtre	montée en violet	bleu-verdâtre
de 55 jours.	COTON...	BLANCHATRE. PASSÉ	comme ci-dessus	comme ci-dessus
	SOIE.....	BLANCHATRE		
	LAINE. .	encore verdâtre		
de 85 jours.	COTON...	PASSÉS	comme ci-dessus	peu-affaibli
	SOIE.....			vert-jaunâtre
	LAINE...	verte et jaune		verte
de 176 jours.	COTON. .	passes	comme ci-dessus	affaibli
	SOIE.....			Rousse. Passée
	LAINE...	verdâtre	brune-verdâtre	verdâtre
de 268 jours.	COTON...	PASSÉS	plus violet que norme	très-affaibli
	SOIE.....		un peu plus verdâtre	jaune-verdâtre
	LAINE...	verdâtre	brune-verdâtre	foncée verdâtre
de 1 an.	COTON...	comme ci-dessus	presque identiques aux normes..	très-affaibli
	SOIE.. ..			davantage
	LAINE...		plus foncée	ardoisée-verdâtre
de 2 ans.	COTON...	BLANCHATRE	à peine affaibli	très-affaibli
	SOIE.....	BLANCHATRE	bleue-verdâtre	verte-jaunâtre
	LAINE ..	encore verdâtre, mais très-affaiblie.	verte-brune	ardoisée-verdâtre

4e CIRCONSTANCE, ATMOSPHÈRE ET LUMIÈRE.	5e CIRCONSTANCE, VAPEUR D'EAU ET LUMIÈRE.	6e CIRCONSTANCE, GAZ HYDROGÈNE SEC ET LUMIÈRE.	7e CIRCONSTANCE, GAZ HYDROGÈNE, VAPEUR D'EAU ET LUMIÈRE.
).que identiques aux normes..	plus changés que 1.		
r-légèrement affaibli.....	plus changés que 1.		
aque identique au norme.....			
)ee.....			
(me ci-dessus.....	plus changés que 1.		
que identiques aux normes..	plus changés que 1.		
ie-verdâtre.....			
, que identique au norme.....	plus changés que 1 ; dépôt roux sur les étoffes.		
, verdâtre.....			
,i verdâtre.....			
ins affaiblis que 3.....	plus changés que 1 ; dépôt roux. Passés.		
ime 3.....	Blanchatre. Passé.		
ns affaiblie que 3.....	Blanchatre. Passé.		
ime 3.....	presque blanchâtre.		
rement affaibli.....	comme ci-dessus.		
te, plus affaiblie que coton...			
ne-verdâtre.....			
ins affaiblis que 3.....	comme ci-dessus.		
ins affaiblis que 3.....	comme ci-dessus.		
peu moins que 3.....	comme ci-dessus.		
u-verdâtre.....	comme ci-dessus.		
e verdâtre.....			
loisé-verdâtre, mais moins que 3			

BLEU DE PRUSSE.

Sous l'influence de la lumière.

39. Le bleu de Prusse devient blanc dans le vide, sur la soie d'abord, sur le coton ensuite; il persiste davantage sur la laine; cependant il s'évanouit pour la plus grande partie.

40. Dans la vapeur d'eau, la décoloration est plus rapide que dans le vide sec, et, au bout d'un mois environ d'exposition, il se produit un dépôt roux qui colore les étoffes et les parois humides du flacon qui les renferme.

41. Dans l'air sec, il s'affaiblit à peine sur le coton, très-peu sur la soie; il passe au vert-brun sur la laine.

42. Dans l'air humide, il s'affaiblit davantage.

43. Dans l'atmosphère, il s'affaiblit un peu moins que dans l'air humide.

44. Les observations précédentes laisseraient quelque chose à désirer, si je ne parlais pas des légers changements que les normes eux-mêmes ont éprouvés, sans doute par la lumière à laquelle ils ont été exposés pendant qu'on les comparait avec les échantillons soumis à l'expérience.

Curcuma.

Le coton avait un peu baissé de ton.
La soie avait aussi un peu baissé, mais moins que le coton.
La laine avait pris une légère nuance de roux.

Rocou.

Le coton avait pris du rouge et perdu du jaune, et certainement le norme était plus changé que l'échantillon du vide.
La soie était mieux conservée que le coton.
La laine avait légèrement baissé de ton.

Carthame.

Le coton avait perdu de son ton, mais légèrement.
La soie davantage: elle avait pris du jaune.
La laine davantage encore.

Orseille.

Tous les normes d'orseille s'étaient affaiblis en prenant du jaune.

Acide sulfo-indigotique.

Le coton était légèrement affaibli de ton.

La soie moins : elle tirait sur le violet.

La laine était plus affaiblie : elle tirait sur le vert.

Indigo.

La couleur était devenue plus haute en prenant du violet.

Bleu de Prusse.

La couleur était plutôt montée que baissée : elle avait pris du violet plutôt que du vert.

45. Afin d'éviter à mes lecteurs la peine de tirer de mes observations les conséquences qui en découlent, je vais les considérer :

1° Relativement aux diverses matières colorantes mises en expérience, comparées entre elles, eu égard à une même étoffe et à une même circonstance ;

2° Relativement à la nature des étoffes de coton, de soie et de laine, sur lesquelles une même matière colorante est fixée, et eu égard à une même circonstance ;

3° Relativement à la lumière et aux agents pondérables qui ont amené des changements dans la même matière colorante, fixée sur une même étoffe, mais sur des échantillons placés dans les sept circonstances définies précédemment ;

4° Relativement à la théorie du blanchiment ;

5° Relativement à l'essai de la stabilité des couleurs des étoffes teintes ;

6° Relativement à la conservation des objets colorés ;

7° Relativement à des phénomènes de la nature organique.

CHAPITRE III.

Des observations exposées dans le second chapitre, relativement aux diverses matières colorantes comparées entre elles, eu égard à une même étoffe et à une même circonstance.

46. Si aujourd'hui qu'on emploie en teinture un si grand nombre de matières colorantes minérales, et qu'on les emploie fréquemment et souvent concurremment avec les matières colorantes d'origine organique, il n'est pas permis de méconnaître, abstraction faite de leur origine, les extrêmes différences que présentent entre elles plusieurs de ces matières, différences qui ne permettent pas de les réunir en un seul groupe, il n'en était pas de même autrefois, lorsqu'on ne teignait guère qu'avec des matières colorantes empruntées aux plantes et aux animaux, car des chimistes très-distingués les regardaient soit comme des espèces congénères, soit comme de simples variétés d'une même espèce. Il y a longtemps que je me suis élevé contre de tels rapprochements, qui confondent dans un groupe d'un ordre aussi peu élevé que l'est le genre, des corps différents par le nombre des éléments constituants (1) et par la composition immédiate. En effet, il y en a de ternaires, comme le principe colorant du bois de sandal; de quaternaires, comme l'indigotine. Il en est que l'on considère comme

(1) *Considérations générales sur l'analyse organique et sur ses applications*, Paris, Levrault, 1824, p. 167.

formés immédiatement de deux corps composés : tel est l'acide sulfo-indigotique. Les matières colorantes d'origine organique ne diffèrent pas moins entre elles sous le rapport des propriétés chimiques de l'ordre le plus élevé. Car, si la plupart sont neutres aux réactifs colorés, quelques-unes, l'acide sulfo-indigotique, par exemple, jouissent d'une acidité sensible; enfin, relativement aux dissolvants, on en trouve qui, par leur grande solubilité dans l'eau, semblent être analogues aux principes immédiats qui contiennent une quantité notable d'oxygène relativement au carbone et à l'hydrogène, tandis que d'autres, par leur insolubilité dans l'eau et leur solubilité dans l'alcool et l'éther, semblent se rapprocher des corps gras ou résineux, dans lesquels le carbone et l'hydrogène sont les éléments dominants.

47. En considérant les résultats de mes expériences relativement à la question de savoir si les matières colorantes, d'après la manière dont elles se sont comportées individuellement dans les circonstances où je les ai mises, doivent être rangées dans un même genre (je ne dis pas une même espèce, parce qu'aujourd'hui il n'est heureusement personne qui poserait ainsi la question), je ne doute pas qu'on ne trouve la diversité des phénomènes qu'elles ont présentés, trop grande pour justifier une réunion de cet ordre ; mais quoi qu'il en soit de cette diversité, c'est la grande différence de composition qui s'oppose essentiellement à un pareil rapprochement.

48. L'indigo appliqué sur le coton, la soie et la laine se conserve dans le vide, quoiqu'il soit frappé par la lumière, tandis que le bleu de Prusse appliqué sur les mêmes étoffes et dans les mêmes circonstances devient blanc.

49. Le curcuma appliqué sur les mêmes étoffes s'altère

dans le vide sous l'influence de la lumière ; mais il diffère du bleu de Prusse devenu blanc, en ce qu'il ne reprend pas sa couleur, comme cela arrive à celui-ci, lorsqu'il reçoit le contact de l'air.

50. L'orseille, le carthame, le rocou résistent à la lumière dans le vide, et dans des circonstances où le curcuma s'altère.

51. L'acide sulfo-indigotique fixé à la laine s'altère sous l'influence de la lumière dans le vide et l'air humide, tandis que l'indigotine n'éprouve pas de changement ou n'en éprouve que très-peu.

52. L'orseille fixée à la laine et à la soie résiste beaucoup plus dans l'air humide, que le rocou et le carthame.

53. L'altérabilité des matières colorantes d'origine organique, dans les circonstances où je l'ai observée, est trop différente relativement au temps nécessaire à ce qu'elle se manifeste au même degré dans les diverses espèces de ces matières, pour que, conformément à une opinion assez commune, on soit fondé à en tirer un caractère commun à toutes ces espèces, et propre à les distinguer des matières incolores qui ont la même origine.

54. D'un autre côté, ce serait une grave erreur de croire à la stabilité des matières incolores dans les circonstances où les matières colorées s'altèrent. Car parmi les faits que je puis citer il en est un remarquable, c'est que du carton fin à étiquettes, et conséquemment couvert de papier collé, ayant été exposé à l'action de la lumière et de l'atmosphère conjointement avec des étoffes colorées, a blanchi en même temps qu'il a acquis la propriété de *boire l'encre*, par suite de la destruction de la colle qui le rendait propre à l'écriture, avant son exposition à la lumière et à l'atmosphère.

55. Si l'on recherche la cause qui a conduit à faire penser que les matières colorantes d'origine organique sont plus altérables par la lumière (et il faut ajouter, d'après mes observations, sous l'influence des agents pondérables de l'atmosphère), que ne le sont les matières incolores de même origine, on la trouvera dans cette circonstance que cette altération a été remarquée sur une matière colorante dont le poids était plus ou moins faible relativement à celui de l'étoffe qu'elle teignait, et que dès lors la matière colorante pouvait être altérée, ainsi qu'une certaine quantité de la matière même de l'étoffe, sans que l'altération de celle-ci devînt sensible comme l'était celle de la première, qui en définitive avait pour résultat une *décoloration*, phénomène frappant pour tous les yeux.

56. Cette explication lie plusieurs faits qui, sans elle, manqueraient de corrélation, si quelques-uns même ne sembleraient pas contradictoires aux autres.

57. Ainsi l'indigotine appliquée sur les étoffes de laine, de manière à les teindre en bleus foncés, qui sont les tons de la gamme d'indigotine presque exclusivement d'usage pour nos vêtements de laine de couleur bleue, passe pour être un des principes colorants les plus solides que l'on connaisse, parce qu'en effet (sauf le blanchiment sur les coutures ou sur les parties du vêtement exposées au frottement que peuvent présenter certains draps bleus), la couleur de l'étoffe paraît être la même depuis le moment où on la prend comme *vêtement neuf* jusqu'à celui où on la quitte comme *vêtement vieux*. Cependant l'apparence n'est pas la réalité, car si l'indigotine ne forme qu'un bleu clair sur la laine, ou à plus forte raison sur la soie et même sur le coton, cette teinte est détruite très-promptement sous l'influence de la lumière et

des agents pondérables de l'atmosphère; par conséquent, si on ne portait que des vêtements teints en bleu clair avec de l'indigotine, on en conclurait que ce *principe colorant est très-altérable.*

58. Si maintenant nous considérons que dans une étoffe teinte en bleu clair, il n'y a que très-peu d'indigotine relativement au poids de la matière de l'étoffe, nous concevrons, d'après ce qui précède, comment une petite quantité du principe colorant pourra disparaître, sans que la matière de l'étoffe paraisse changée dans sa ténacité et ses propriétés physiques autres que sa couleur. Si ensuite nous considérons que dans l'étoffe teinte en bleu foncé, il y a beaucoup plus d'indigotine relativement à ce qu'il y en a dans l'étoffe teinte en bleu clair (ce qui ne signifie pas qu'il y en a beaucoup relativement au poids de la matière de l'étoffe), nous concevrons comment il arrive qu'un vêtement de drap bleu foncé soit hors de service avant que la proportion du principe colorant qui s'est altéré devienne sensible à l'œil.

59. C'est en comparant ainsi la lenteur avec laquelle s'affaiblit la couleur des tons foncés d'une gamme, et la rapidité avec laquelle s'évanouit celle des tons clairs de la même gamme, qu'on peut s'expliquer l'influence du temps sur les tapisseries des Gobelins et les tapis de la Savonnerie, pour détruire les harmonies de la dégradation des lumières colorées et des ombres, et combien il serait nécessaire dans le travail technique de ces beaux produits de l'art, et dans le choix de leurs modèles, de prendre en considération les observations que je viens de faire, pour atténuer autant que possible un inconvénient qu'on ne peut détruire complétement.

CHAPITRE IV.

Des observations exposées dans le second chapitre, relativement à la nature diverse des étoffes sur lesquelles une même matière colorante est appliquée, eu égard à une même circonstance.

60. On professe assez généralement l'opinion que la laine est l'étoffe qui a le plus d'affinité pour les matières colorantes, comme le ligneux (coton, lin, chanvre) est celle qui en a le moins, et c'est conformément à cette manière de voir que l'on a avancé dans un mémoire lu à l'Institut, que l'objet de plusieurs opérations pratiquées dans la teinture du coton en rouge turc, est d'augmenter l'affinité de l'étoffe pour la matière rouge de la garance en y combinant une matière animale, ou, comme on l'a dit, en l'*animalisant*.

61. L'opinion qui assigne à la laine une affinité pour les matières colorantes supérieure à celle du ligneux, et même à celle de la soie, ne repose sur aucun système d'expériences; elle résulte de quelques observations éparses qui se rapportent à deux circonstances. Dans l'une, on a observé que la laine se combine plus facilement à des matières colorantes que le ligneux et même la soie; dans l'autre, que la laine teinte résiste plus que le ligneux et même la soie à la lumière, ou plus généralement à des agents quelconques qui tendent à décolorer ces étoffes.

62. Mes observations ôtent toute généralité à cette opinion, car :

63. Dans le vide sec la lumière est sans action sur le rocou fixé au coton et à la soie, tandis qu'elle agit sensiblement sur celui qui l'est à la laine.

64. Dans la vapeur d'eau, la lumière altère le curcuma fixé sur la laine et la soie, dans le temps où elle rehausse celui qui l'est sur le coton.

65. Dans la vapeur d'eau, la lumière altère le carthame fixé à la laine et à la soie, dans un temps où le coton qui en est teint conserve sa couleur rose ; le seul changement qu'on observe alors, est une tendance au violet dans la matière colorante.

66. Dans la vapeur d'eau, la lumière n'altère pas l'orseille fixée sur la laine et la soie, tandis qu'elle décolore celle qui l'est sur le coton.

67. Dans le vide sec, la lumière n'altère pas l'acide sulfo-indigotique fixé à la soie, comme elle altère le même acide fixé à la laine et au coton.

Dans l'air sec et l'atmosphère, l'altération de l'acide fixé à la soie a lieu, mais bien moins facilement que celle de l'acide fixé aux autres étoffes.

68. L'indigo fixé aux étoffes présente précisément, sous l'influence de la lumière et de l'air sec, le cas inverse de celui de l'acide sulfo-indigotique, car le premier est moins stable sur la soie que sur le coton et la laine.

69. Ainsi, en résumé, dans les circonstances que j'ai définies avec soin :

1° Le rocou est plus stable sur le coton, composé ternaire non azoté, et la soie, composé quaternaire, qu'il ne l'est sur la laine, composé quaternaire azoté plus analogue à la soie qu'au coton;

2° Le carthame et le rocou sont plus solides sur l'étoffe ternaire, qu'ils ne le sont sur les étoffes quaternaires ;

3° L'orseille est plus stable sur les étoffes quaternaires, qu'elle ne l'est sur l'étoffe ternaire ;

4° L'acide sulfo-indigotique est plus stable sur la soie, étoffe quaternaire, qu'il ne l'est sur la laine, étoffe quaternaire, et sur le coton, étoffe ternaire ;

5° Enfin, l'indigo présente précisément le cas inverse, lorsqu'il reçoit l'influence de la lumière dans l'air sec.

70. Ces exemples suffisent, je crois, pour démontrer qu'on ne peut établir une échelle d'affinité absolue entre les trois étoffes, laine, soie et coton, et les divers principes colorants indifféremment.

71. Examinons maintenant si la matière colorante qui s'est fixée sur le coton, la soie et la laine qu'on a teints dans un bain préparé avec l'indigo (cuve d'indigo), l'acide sulfo-indigotique, le curcuma, le rocou, le carthame ou l'orseille, est identique sur les trois étoffes.

72. Lorsqu'on teint le coton, la soie et la laine dans un bain qui, comme la plupart de ceux qu'on prépare dans les ateliers, avec des plantes ou quelques-unes de leurs parties, telles que l'écorce, le bois, la racine, etc., contient plusieurs corps colorants ou incolores, susceptibles de se fixer inégalement sur les étoffes concurremment avec le principe colorant, qui imprime à la matière colorante végétale son caractère spécifique, on peut se demander si la différence que peut présenter le même principe colorant appliqué sur le coton, la soie et la laine, ne tiendrait pas tant à la nature diverse des étoffes qu'à l'influence des corps colorants ou incolores qui ont pu se fixer inégalement sur chacune d'elles; et je dois d'autant

moins négliger de traiter cette question, que j'ai donné une attention particulière au fait sur lequel elle repose dans mon premier mémoire; examinons donc quelles modifications il y aurait à faire aux conséquences que j'ai déduites de mes expériences, dans le cas où il y aurait eu quelque influence exercée par la cause que je signale ici.

73. D'après de nombreuses observations, je suis porté à croire qu'en général la laine d'abord, la soie ensuite, sont plus disposées que le coton à prendre à la fois dans des bains préparés avec des matières tinctoriales d'origine organique plusieurs des principes immédiats de ces bains; c'est pourquoi en général le coton prend des couleurs plus franches que la laine et la soie dans les circonstances dont je parle.

74. Dans la cuve d'indigo, la laine et la soie prennent plus de matière étrangère avec l'indigotine que n'en prend le coton; eh bien, si l'indigotine, qui dans l'air sec est plus stable sur la laine que sur toute autre étoffe, devait cette supériorité de stabilité à une matière qui s'est fixée en même temps qu'elle sur la laine, l'indigotine qui s'est fixée sur la soie devrait dans la même circonstance être plus stable sur la soie que sur le coton; or c'est le contraire qui a lieu. L'étoffe semble donc bien avoir de l'influence.

D'une autre part, la solution sulfurique d'indigo s'approche plus d'une matière pure que la cuve d'indigo; eh bien, l'acide sulfo-indigotique est plus stable sur la soie que sur la laine, non-seulement dans l'air sec, mais encore dans l'atmosphère. Il serait difficile de se refuser à admettre dans ce cas l'influence de l'étoffe.

75. Le curcuma et le carthame donnent au coton des couleurs plus franches qu'à la laine, et cependant le coton con-

serve plus longtemps ces couleurs que la laine dans la vapeur d'eau. Si cette différence ne dépendait pas de l'étoffe, il faudrait la rapporter à la matière étrangère fixée à la laine; dès lors cette matière étrangère produirait l'effet opposé à celui qu'on attribuerait à la matière étrangère qui se fixe sur la laine en même temps que l'indigotine de la cuve d'indigo.

Si nous considérons maintenant le coton et la soie relativement au rocou, nous verrons que les deux étoffes, à en juger par la hauteur et la qualité de la couleur qu'elles en tirent, doivent s'être unies à une matière colorée identique; or, le rocou fixé sur la soie s'altère plus dans l'air sec que celui qui est fixé sur le coton, tandis que c'est l'inverse dans la vapeur d'eau. Il serait bien difficile, je pense, d'admettre ici que l'étoffe est étrangère au phénomène.

76. Quoique je ne donne pas comme prouvé tout ce que je viens de dire dans les alinéas (73, 74, 75), et que je sois dans l'intention de vérifier mes inductions pour chacune des matières tinctoriales, en n'employant que leurs principes colorants respectifs à l'état de pureté, cependant je ne pourrais, sans pousser le scepticisme trop loin, mettre en doute que le même principe colorant peut être inégalement stable sur les diverses étoffes.

77. Comment doit-on interpréter ce fait de la stabilité d'un principe colorant sur une étoffe, et de son altérabilité sur une autre dans les mêmes circonstances, fait qui est démontré, je crois, pour la première fois?

78. *Est-ce un phénomène d'affinité?*

Faut-il admettre que dans le cas où une étoffe conserve sa couleur sous l'influence de la lumière, c'est en vertu de l'affinité pour le principe colorant, tandis que dans le cas

où une autre étoffe ne conserve pas la couleur que lui donne le même principe, cela tient à ce que la lumière met en jeu les affinités divellentes des atomes de ce principe, et même de ceux de l'étoffe ? (Introduction aux 3, 4 et 5 mémoires (7)).

79. *Est-ce un phénomène qui n'appartient pas exclusivement à l'affinité ?*

Par exemple, dans le cas où une étoffe conserve sa couleur, ne pourrait-il pas se faire qu'il y eût absence d'affinité entre l'étoffe et le principe qui la colore, et que, dans le cas où la même couleur disparaît d'une autre étoffe, il arriverait que l'influence de la lumière exciterait en elle une *force catalytique* qui, rompant l'équilibre des atomes du principe colorant, (Introduction aux 3, 4 et 5 mémoires (8)), le changerait en corps incolores ou d'une autre couleur que la sienne.

80. Ces questions ainsi posées m'ont conduit à entreprendre une série d'expériences où j'examine comparativement avec l'influence des diverses étoffes sur un *même principe colorant* exposé à la lumière, l'influence que peuvent avoir sur lui diverses matières, telles que la porcelaine vernissée, la porcelaine non vernissée, qui passent généralement pour être sans action chimique sur l'ordre des composés auquel ce principe colorant appartient.

CHAPITRE V.

Des observations exposées dans le second chapitre relativement à la lumière et aux agents pondérables, qui ont amené des changements dans la même matière colorante fixée sur une même étoffe, mais sur des échantillons placés dans les sept circonstances définies précédemment.

1° Action de la lumière.

81. Lorsqu'on jette les yeux sur les échantillons des trois étoffes teintes avec l'indigo, l'orseille et le carthame, les échantillons de coton et de soie teints avec le rocou, et la soie teinte avec l'acide sulfo-indigotique, qui ont été exposés pendant deux ans à recevoir l'influence de la lumière du soleil dans le vide; lorsqu'on jette les yeux, dis-je, sur ces échantillons, afin de les comparer à leurs normes respectifs, on est étonné de la fraîcheur et de la hauteur du ton de leurs couleurs, si l'on se rappelle ce qu'on dit communément de l'altérabilité de l'acide sulfo-indigotique, de l'orseille, du carthame et du rocou par la lumière; mais l'étude du changement du bleu de Prusse en une matière blanche, telle que je l'exposerai dans mon sixième mémoire, démontre que cet agent est capable d'agir sur certaines matières, conformément à ce qui est dit (Introduction aux 3, 4 et 5 mémoires (6)).

82. Il reste à examiner si c'est par l'influence seule de la lumière que le curcuma est altéré dans le vide, ou si l'altération qu'il a subie tient à la petite quantité d'air resté dans le flacon, soit à l'état gazeux, soit condensé par l'étoffe, ou même le bouchon de liége qui fermait le flacon.

83. Enfin on peut se demander si la lumière ne pourrait pas agir sur l'indigo, l'orseille, le carthame, etc., dans une exposition prolongée au delà de deux ans, sans l'intervention d'aucun agent pondérable.

2° Action de la lumière et de l'air sec.

84. La lumière amène des changements bien plus grands dans l'air sec que lorsqu'elle agit seule dans le vide, mais ces changements ne sont pas également prononcés sur toutes les matières colorantes.

85. Le changement peu sensible sur le bleu de Prusse fixé au coton, l'est davantage sur le bleu de Prusse fixé à la soie et à la laine.

86. Il est peu prononcé sur l'indigo fixé à la laine et au coton; il l'est davantage sur l'indigo fixé à la soie.

87. L'acide sulfo-indigotique est peu affaibli sur la soie, tandis qu'il l'est beaucoup sur la laine et le coton.

88. L'orseille est détruite sur le coton, tandis qu'elle laisse une trace très-sensiblement rougeâtre sur la soie et la laine.

89. Le rocou sur le coton est encore assez rouge; il est d'un ton faible de pelure d'oignon sur la soie, et complétement détruit sur la laine.

90. Le jaune du curcuma et le rose du carthame sont complétement détruits sur les trois étoffes.

3° Action de la lumière et de l'air humide.

91. La lumière et l'air humide ne produisent pas sur les étoffes de bleu de Prusse un changement bien sensiblement plus grand que la lumière et l'air sec.

92. Il en est de même sur l'indigo fixé à la laine.

93. Il en est de même encore pour l'orseille et le carthame appliqués sur les trois étoffes; pour le rocou appliqué sur la laine et la soie seulement, et pour le curcuma appliqué sur les mêmes étoffes, sauf cependant que la soie teinte en curcuma est plus haute en gris que l'échantillon exposé dans l'air sec.

94. La lumière et l'air humide altèrent au contraire bien plus que la lumière et l'air sec l'indigo fixé sur le coton, et l'acide sulfo-indigotique fixé sur les trois étoffes. La différence est surtout remarquable pour la soie et la laine.

95. Le curcuma et le rocou fixés sur le coton sont plus altérés dans l'air humide que dans l'air sec sous l'influence de la lumière.

4° Action de la lumière et de l'atmosphère.

96. L'action de la lumière et de l'atmosphère est à peu près la même que celle de la lumière et de l'air sec sur le bleu de Prusse, sur l'indigo fixé à la laine et sur le carthame.

97. Elle est plus forte au contraire sur l'indigo fixé au coton et à la soie, sur l'acide sulfo-indigotique fixé à la soie, sur l'orseille et le curcuma fixés à la laine et à la soie, sur le rocou fixé aux trois étoffes.

98. Elle est presque égale à celle de la lumière et de l'air humide sur l'acide sulfo-indigotique appliqué au coton et à la laine, sur l'indigo appliqué au coton et à la soie, sur le rocou appliqué à la laine et à la soie.

99. Elle est plus forte sur le carthame, le rocou, et surtout le curcuma et l'orseille appliqués sur la laine et la soie.

100. Elle est plus faible au contraire sur le curcuma, le rocou, le carthame et l'orseille, appliqués au coton.

5° Action de la lumière et de la vapeur d'eau.

101. La lumière et la vapeur d'eau blanchissent plus vite que la lumière seule le bleu de Prusse appliqué aux étoffes. Il se produit en outre un dépôt brun dans le flacon qui renferme les étoffes et la vapeur d'eau, qui ne se forme pas dans le flacon où l'on a fait le vide sec. Je reviendrai sur ce dépôt dans le sixième mémoire.

102. Les changements que le curcuma fixé au coton éprouve dans la vapeur d'eau, sont des plus remarquables; la couleur monte, prend du rouge, puis elle s'affaiblit peu à peu; elle s'y conserve plus longtemps que dans l'air humide et que dans le vide. Ce dernier résultat est d'autant plus remarquable que le curcuma passe plus vite sur la soie et la laine dans la vapeur d'eau que dans le vide.

103. Les changements du rocou sont plus lents dans la vapeur d'eau que dans l'air humide; il y est plus stable sur la soie que sur le coton.

104. Le carthame sur le coton ne s'altère que très-lentement dans la vapeur d'eau, et l'altération est moindre que dans l'air humide, et elle est plus rapide sur la soie et la laine surtout, que sur le coton.

105. L'orseille éprouve une modification de couleur dans la vapeur d'eau, mais elle ne paraît pas s'affaiblir sur la soie et sur la laine; elle s'affaiblit un peu sur le coton. La vapeur d'eau est donc bien moins altérante que l'air humide.

106. En définitive, sous l'influence de la lumière, la vapeur d'eau a moins d'action sur les étoffes teintes que la vapeur d'eau et l'air.

6° Action de la lumière et du gaz hydrogène.

107. Les étoffes teintes avec le curcuma, le rocou, le carthame et l'orseille, se comportent dans le gaz hydrogène sec comme dans le vide. Il paraît donc qu'une pression égale à celle de l'atmosphère exercée par un gaz dépourvu d'action chimique sur les étoffes teintes, n'a pas d'influence mécanique pour retenir les éléments gazeux des étoffes teintes, et il faut ajouter qu'il n'a pas plus d'influence que le vide pour les altérer.

7° Action de la lumière, de la vapeur d'eau et du gaz hydrogène.

108. La lumière, le gaz hydrogène et la vapeur d'eau donnent des résultats presque semblables à ceux que donnent la lumière et la vapeur d'eau; cependant l'orseille, appliquée sur la soie et la laine, a présenté quelque différence.

CHAPITRE VI.

Des observations exposées dans le second chapitre relativement à la théorie du blanchiment.

109. La théorie du blanchiment des étoffes exige nécessairement, pour être établie d'une manière précise, des connaissances de deux genres :

1° Celles qui concernent la détermination des espèces des principes immédiats qui forment les étoffes à blanchir; la composition de ces principes et leurs propriétés essentielles;

2° Les connaissances concernant les actions des divers corps employés dans le blanchiment des étoffes; connaissances qui se rapportent d'abord aux circonstances de lumière, de température et des proportions pondérables des matières réagissantes, et ensuite aux produits de ces actions.

110. Que l'on examine les connaissances que nous possédons aujourd'hui sur le blanchiment, sous le point de vue des conditions que je viens de poser pour en fonder la théorie, et on verra qu'il reste encore, malgré tous les travaux entrepris à ce sujet, de nombreuses lacunes à remplir, avant de penser sérieusement à s'occuper de l'établir sur des bases durables.

111. *Sous le premier rapport* (109) on a généralement confondu une *matière complexe colorée* avec le *principe* ou les *principes* qui la colorent, et qui seuls méritent essentiellement l'épithète de *colorants*, et l'on a été ainsi conduit à admettre une proportion pondérable de principe colorant bien

plus forte que celle qui existe réellement. Par exemple, des étoffes de ligneux à l'état de filasse m'ont présenté de la *chlorophylle* qui contribuait à les colorer, et un *principe jaune* provenant de l'oxydation d'une substance incolore qui se trouve dans les sucs d'un grand nombre de végétaux. Si ce dernier n'était pas déjà uni dans la filasse avec une *matière azotée* et un *acide*, avant l'examen chimique, il s'y combinerait lorsqu'on applique les réactifs à chaud; et c'est un composé ternaire, identique ou analogue à celui dont je parle, qui a été fréquemment pris pour le principe colorant des étoffes de ligneux. Il est des filasses, particulièrement celles qui ont été préparées par des moyens mécaniques avec du lin, du chanvre non préalablement roui, qui contiennent en outre la substance qu'on a appelée *pectine*, ou celle qu'on a appelée *acide pectique ;* on la sépare au moyen de lessives alcalines légères. Des sels calcaires, du peroxyde de fer, peuvent encore se fixer pendant le rouissage sur les fibres ligneuses qui, plus tard, donneront la filasse. Enfin, on trouve dans le commerce des fils de lin écrus colorés en gris par une matière dans laquelle il y a une quantité notable de peroxyde de fer uni à une matière astringente.

Le principe colorant de la soie écrue jaune ne s'y trouve que dans une proportion si faible, qu'elle m'a paru indéterminable par l'expérience directe.

112. *Sous le second rapport* (109), on n'a pas cherché à réduire l'action des agents qui concourent au blanchiment en ses éléments, afin de déterminer la part de chacun; on n'a point examiné si, dans le traitement par les alcalis des étoffes écrues de ligneux plus ou moins fortement colorées, l'oxygène atmosphérique des lessives a de l'influence sur la

séparation de la matière colorée d'avec l'étoffe, ainsi que cela semble pouvoir être d'après des expériences que j'ai publiées il y a longtemps (1).

113. En définitive, on n'a point envisagé la théorie du blanchiment sous ce point de vue, *les principes immédiats des étoffes écrues que le blanchiment doit éliminer, étant bien définis, reconnaître les agents qui, dans des circonstances déterminées de lumière, de température, de proportions pondérables, sépareront des étoffes ces principes immédiats, soit en les dissolvant, soit en les transformant en d'autres corps d'espèces déterminées.*

114. Ces réflexions ne sont point une critique des travaux qu'on a publiés sur le blanchiment; car je reconnais, conformément à ce que j'ai dit dans mon premier mémoire, page 7, des difficultés qui se rencontrent dans les recherches chimiques de teinture, qu'un des grands obstacles à surmonter provient de ce qu'une matière qu'on veut étudier, après l'avoir séparée d'une étoffe à laquelle elle était unie, ne s'y trouvait qu'en une très-faible proportion, et en outre que cette matière est en général peu stable relativement aux circonstances dans lesquelles on opère communément. L'objet de mes réflexions est de justifier la marche que j'ai cru devoir adopter comme la plus propre à me conduire sûrement au but vers lequel je tends, et de faire sentir en même temps la liaison des observations exposées dans ce mémoire avec la théorie du blanchiment; c'est donc en étudiant sur des corps colorés déjà connus l'action des agents

(1) *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*, t. XII, p. 384.

capables de les décolorer, conformément à l'ordre analytique que j'ai adopté, qu'on pourra déterminer les éléments de cette théorie, et non pas en cherchant à l'établir avant tout d'après des expériences faites directement sur la matière colorante des étoffes écrues. Car, suivant moi, ces expériences ne peuvent êtres tentées avec avantage, sous le point de vue théorique, qu'en dernier lieu.

115. L'observation que j'ai faite de l'altération de corps incolores exposés dans l'atmosphère à la lumière (54); les considérations que j'ai émises relativement à la destruction de l'indigotine dans la même circonstance, suivant qu'elle forme des tons foncés et des tons clairs (55, 56, 57, 58), sont toutes applicables au blanchiment. En effet, les agents qu'on y emploie dans les ateliers ne peuvent être envisagés comme des corps qui n'ont pas d'action sur les corps incolores, et qui, conséquemment, n'agissent que sur la matière colorée des étoffes; et cela est si vrai, qu'en employant le chlore en excès, pour le blanchiment du ligneux, on altère celui-ci pour peu que le contact soit prolongé; le résultat est le même, si l'acide sulfureux est en excès par rapport à la soie et à la laine, et que le contact des corps soit trop prolongé.

116. Si donc on blanchit avec ces agents, c'est que la matière colorante est plus altérable que l'étoffe dans les circonstances où l'on opère convenablement, soit qu'à poids égal elle s'altère réellement plus vite, soit qu'à poids égal elle s'altère aussi vite ou même moins vite, mais qu'alors la quantité étant excessivement petite relativement à l'étoffe, la quantité de l'agent suffisant au blanchiment, ne produit qu'une altération de l'étoffe pour ainsi dire insensible.

117. Dans des considérations moins générales que les précédentes (115), qui restent à exposer et qui me sont suggérées encore par mes observations relativement à la théorie du blanchiment, je mettrai de côté les étoffes teintes en bleu de Prusse, pour ne parler que des principes colorants ternaires ou quaternaires formés d'oxygène, d'azote, de carbone et d'hydrogène, qui teignaient les étoffes que j'ai mises en expériences, et je préviens que tout ce que je présenterai de général à ce sujet ne devra *s'entendre que des circonstances où j'ai observé.*

118. On ne peut blanchir parfaitement par la lumière seule des étoffes teintes avec l'indigo, l'acide sulfo-indigotique, le curcuma, le rocou, le carthame et l'orseille.

119. On ne peut blanchir par la lumière et l'air sec aucune des étoffes précédentes, excepté peut-être le coton teint avec l'acide sulfo-indigotique.

a. Aucune des étoffes teintes avec l'indigo n'est, à proprement parler, décolorée si le ton est élevé.

b. Des étoffes teintes avec l'acide sulfo-indigotique, le curcuma, le carthame et l'orseille, le coton est celle qui se décolore davantage.

c. Des étoffes teintes avec le rocou, le coton est celle qui se décolore le moins, et la soie vient ensuite.

d. La soie et la laine teintes avec l'acide sulfo-indigotique et l'orseille, restent bien plus colorées que les mêmes étoffes teintes avec le rocou, le carthame, et même le curcuma.

La soie et la laine teintes avec le curcuma, la soie teinte avec le rocou, sont trop colorées pour être dites *blanchâtres;*

la laine teinte avec le rocou, la laine et la soie teintes avec le carthame, sont *blanchâtres*, nuancées de jaune plus ou moins gris.

120. On ne peut blanchir par la lumière et l'air saturé de vapeur d'eau, que le coton teint avec l'acide sulfo-indigotique, le curcuma, le rocou, le carthame et l'orseille, et encore reste-t-il une teinte jaunâtre dans le blanc du coton teint avec l'acide sulfo-indigotique et le carthame.

a. On ne peut blanchir aucune des étoffes teintes avec l'indigo.

b. La laine et la soie teintes avec l'acide sulfo-indigotique, l'orseille, le curcuma, le carthame et même le rocou, sont plus ou moins fortement colorées, et aucune ne peut être dite décolorée jusqu'à la blancheur, quoique la laine teinte avec le rocou soit presque blanchâtre.

On peut dire que la lumière et l'air humide sont des agents décolorants, plus puissants relativement au coton que relativement à la laine et à la soie, lorsque les couleurs des étoffes sont l'acide sulfo-indigotique, l'orseille, le carthame, le curcuma et même le rocou.

121. La lumière et l'atmosphère décolorent jusqu'à la blancheur le coton teint avec l'acide sulfo-indigotique, le curcuma, le rocou, le carthame et l'orseille; cependant le blanc n'est pas pur, il ne l'est pas autant que celui des étoffes de coton correspondantes qui ont été dans l'air humide (110).

a. Le coton et la soie teints avec l'indigo ne sont qu'in-

complétement décolorés. Lorsque l'exposition est plus prolongée que celle que j'ai faite, l'indigo sur le coton laisse une couleur d'un gris fauve très-sensible.

b. La soie et la laine teintes avec l'orseille, le carthame, le curcuma et même le rocou, sont sensiblement colorées, mais elles le sont moins cependant que les étoffes correspondantes qui ont été dans l'air humide.

122. La lumière et la vapeur d'eau ont en général une faible influence pour blanchir les étoffes, surtout si l'on a égard au temps nécessaire pour que l'action s'accomplisse.

a. La laine, la soie teintes avec l'orseille, le coton teint avec le carthame, y conservent leurs couleurs. Le coton teint avec l'orseille s'y affaiblit.

b. Les étoffes teintes avec le curcuma perdent leur couleur jaune, mais elles restent colorées, surtout la soie et la laine.

c. Il en est de même de la soie teinte avec le rocou, et de la laine.

d. Le coton teint avec le rocou y devient presque blanc; la laine teinte avec le rocou devient d'un blanc fauve; la soie teinte avec le carthame passe au jaunâtre, et la laine teinte avec la même matière au fauve léger.

CHAPITRE VII.

Des observations exposées dans le second chapitre relativement à l'essai de la stabilité des couleurs des étoffes teintes.

123. Les observations que les expériences précédentes ont fournies, et qui étaient pour la plupart loin d'être prévues, font sentir la nécessité de soumettre à des essais analogues à ceux que j'ai décrits, les matières colorantes différentes de celles que j'y ai soumises, afin de juger leur solidité respective, soit qu'il s'agisse de comparer entre elles diverses matières colorantes susceptibles de teindre une étoffe en une même couleur, soit qu'il s'agisse de comparer ensemble différents procédés ayant pour objet d'appliquer sur une étoffe une même matière colorante.

124. La meilleure preuve de l'importance de pareils essais est sans doute le rang élevé dans l'échelle des étoffes teintes, qu'ils assignent à la soie teinte avec l'acide sulfo-indigotique, soit qu'on la compare à la laine teinte avec le même acide, soit qu'on la compare à la soie, à la laine et au coton teints avec l'indigo.

125. J'exposerai dans un autre travail des observations non moins remarquables, qui se rapportent à l'influence mutuelle que deux principes colorants appliqués sur une même étoffe exercent pour résister aux agents destructeurs de l'atmosphère.

CHAPITRE VIII.

Des observations exposées dans le premier et le deuxième chapitre relativement à la conservation des objets colorés.

126. L'observation consignée dans le premier chapitre (4), qu'un verre interposé entre la lumière et un objet coloré altérable par cet agent en affaiblit très-sensiblement l'action, explique très-bien l'avantage qu'il y a d'encadrer sous verre des dessins coloriés, des peintures, des tapisseries, etc.

127. Une autre observation, que je dois mentionner ici, prouve combien un écran de toile coloriée en bleu foncé (et j'ajouterai en vert foncé, en brun, en noir) est efficace pour empêcher l'altération des mêmes objets, surtout si cette toile est coloriée sur les deux faces.

En effet, un croisé de coton teint à l'indigo, couvert d'une bordure de la même étoffe teinte également en bleu d'indigo, mais dans laquelle un dessin blanc avait été réservé sur les deux faces, ayant reçu pendant plusieurs années l'action du soleil, de manière que toute la face de la bordure qui y était exposée fût entièrement passée en fauve-grisâtre, a présenté le résultat suivant : Lorsqu'on a eu défait la bordure qui le recouvrait, les parties du croisé qui correspondaient au dessin blanc de la bordure étaient tellement décolorées par la lumière que ce dessin blanc avait transmise, que ce même dessin était reproduit sur le croisé, et, d'un autre côté, les parties bleues de la face de la bordure qui touchaient le croisé, n'étaient pas sensiblement affaiblies.

Cette observation est donc une preuve évidente de l'influence exercée par une toile de couleur foncée, pour préserver des matières altérables par la lumière.

CHAPITRE IX.

Des observations exposées dans le second chapitre relativement à des phénomènes de l'économie organique.

128. Les observations consignées dans ce mémoire sont de nature à faire pressentir qu'il y a des phénomènes que présentent les êtres organisés vivants, qui peuvent dépendre, non pas seulement de la lumière, comme on le dit aujourd'hui, mais de l'action simultanée de cet agent et de corps pondérables, absolument comme le phénomène de la décoloration du rocou fixé sur le coton et la soie, de l'orseille fixée sur la soie et la laine, dépend, non pas seulement de la lumière, mais encore de la lumière et des corps pondérables de l'atmosphère.

129. J'ai dit au commencement de ce mémoire (6), en parlant des étoffes colorées que j'ai exposées à la lumière pour observer les changements qu'elles en éprouveraient, que celle de leur face qui ne voyait pas le soleil, mais *qui recevait la lumière réfléchie par un mur blanc*, était, au bout de deux ans, à peu près aussi changée que l'autre face. Je dois faire observer maintenant que si le résultat était le même, il avait été bien plus long à se produire dans le premier cas que dans le deuxième. Quoi qu'il en soit, de ce fait et de celui de l'affaiblissement que le pouvoir chimique de la lumière éprouve lorsque cet agent traverse le verre, j'en déduis quelques remarques relatives à la culture.

130. La lumière, toutes choses égales d'ailleurs relativement à la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon, à la transpa-

rence et à la température de l'atmosphère, éprouve, en traversant les vitres d'une serre, un affaiblissement qui doit certainement contribuer à produire la différence qu'on remarque entre une plante végétant dans une serre, et une plante de la même espèce végétant en plein air dans le climat qui lui convient; qu'en conséquence tout ce qui tend dans une serre à favoriser la réflexion de la lumière sur toutes les parties des végétaux qu'on y cultive est favorable à la culture; ainsi, des murs à surface intérieure blanche me paraissent préférables à des murs noirs.

131. Mais de ce que je crois que dans l'intérieur d'une serre des murs blancs sont préférables à des murs noirs, afin de remédier à l'affaiblissement qu'éprouve la lumière en traversant le verre, il ne s'ensuit pas que les murs pour espaliers en plein air doivent être blancs; car les arbres qu'on plante contre ces murs sont, par leur forme même d'espalier, disposés à recevoir toute l'influence de la lumière qu'ils peuvent recevoir dans le lieu où ils sont plantés. C'est pour cette raison que je crois en général que dans notre climat, où il est si nécessaire, une fois que la végétation a commencé sous l'influence du printemps, de prévenir pendant la nuit un trop grand froid, des murs noirs ou d'une couleur sombre qui leur permet de s'échauffer en absorbant la chaleur rayonnante du soleil, sont préférables à des murs blancs; mais pour que cette considération soit applicable, il faut nécessairement que le mur noir ait une certaine masse, afin qu'il conserve pendant un certain temps la chaleur qu'il doit perdre pendant la nuit.

Il me semble donc qu'un mur noir convenablement épais, ayant la propriété de s'échauffer par le soleil plus qu'un mur

blanc, a par là même plus d'efficacité pour prévenir les inconvénients du froid des nuits; et si l'on considère que dans les grandes chaleurs, où l'on cherche plutôt à préserver les espaliers d'une lumière trop vive, qu'à les exposer à toute l'intensité de cet agent, la blancheur du mur favorise le *maximum* d'action, on verra encore dans le mur noir un agent qui tend à égaliser l'action du soleil pendant le jour et pendant la nuit.

132. Enfin, dans le cas où des plantes herbacées seraient à une certaine distance d'un mur, je crois qu'en général le mur blanc aurait plus d'influence sur le développement qu'un mur noir.

Au reste, c'est au jardinier à voir quel est l'effet dont il a besoin pour tel climat, telle exposition, telle culture.

Si c'est l'effet de la lumière proprement dite du soleil qu'il veut obtenir, le mur devra être blanc.

Si c'est surtout l'effet de la chaleur qu'il veut avoir, afin de maintenir autant que possible la température des plantes pendant la nuit, ce sera un mur noir qui devra être préféré, et, dans ce cas, plus le mur sera épais, plus il aura d'efficacité.

ERRATUM.

Page 70, ligne 7 en remontant, après *une quantité notable de rose lilas*, ajoutez : *sur le coton.*

MÉMOIRE

SUR

LES MYRSINÉES, LES SAPOTÉES ET LES EMBRYONS PARALLÈLES AU PLAN DE L'OMBILIC,

PAR M. AUGUSTE DE SAINT-HILAIRE.

Présenté à l'Académie des Sciences, le 18 avril 1837.

§ I. *De la place des Myrsinées dans l'ordre naturel.*

Ayant trouvé dans les *Annales des sciences naturelles* (*seconde série,* vol. II, p. 245) un morceau de M. Alphonse de Candolle sur les Myrsinées, qui m'a paru mériter un examen attentif, je me suis décidé à écrire de nouveau sur cette famille.

Au retour de mon voyage dans la province des Mines, j'envoyai de Rio de Janeiro à Paris un *Second mémoire sur le placenta central.* Dans le premier, qui avait paru plus anciennement, je n'avais rien dit des Myrsinées; mais dans celui dont il s'agit ici, et qui a été inséré dans le volume IV des *Mémoires du Muséum,* je tâchais de prouver que ces

plantes devaient être rangées près des Primulacées, et j'écrivais cette phrase : « De même que nous mettons à côté des « Ombellifères, les Araliées qui sont en quelque sorte leurs « représentants, nous n'hésiterons pas non plus à placer « à côté des Primulacées, les Myrsinées qui ne sont, pour « ainsi dire, que des Primulacées masquées par les caractères « de la végétation. » J'abandonne au jugement et à la critique des botanistes un travail fait dans un pays où des plantes fraîches étaient à ma disposition sans doute, mais où je ne pouvais consulter ni de grands herbiers, ni de grandes bibliothèques botaniques. Depuis cette époque, M. Kunth, tout en établissant par des caractères, à mon avis, fort importants, les rapports des Myrsinées avec les Primulacées, a cependant rangé les premières près des Sapotées (*Handb.* 436), comme avait fait précédemment M. R. Brown; mais M. Lindley a intercalé trente-six familles entre ces dernières et les Myrsinées, et il a mis celles-ci à côté des Primulacées, dont il assure qu'elles diffèrent à peine, si ce n'est par leur port arborescent et leur fruit charnu (*Introd. syst. nat.* 225). Quant à M. Alphonse de Candolle, il dit (*Ann. sc. nat. Bot.* II, 286) que la place des Myrsinées est *bien établie maintenant entre les Sapotées et les Primulacées.* Il ajoute que les *Myrsinées diffèrent des Sapotées par le défaut constant d'étamines alternes avec les lobes de la corolle*, et que, *sous ce point de vue, les Sapotées ne sont que l'état régulier des Myrsinées et des Primulacées;* enfin il avance que, *sans ce caractère d'un verticille double ou simple d'étamines, il n'y aurait aucune différence positive entre ces familles, puisque*, dit-il encore, *M. Brown a montré que la direction droite ou transversale de l'embryon n'est pas bien importante.* Plus bas

cependant M. de Candolle ajoute encore, *que la seule différence avec les Primulacées paraît être dans le fruit indéhiscent; que le port d'ailleurs est tout autre, les Primulacées étant des herbes et les Myrsinées des plantes plus ou moins ligneuses, quelquefois de grands arbres.*

Lorsqu'une réunion de caractères offerts par des organes importants est peu commune par rapport à l'ensemble du règne végétal, et que pourtant elle se rencontre dans un certain nombre de plantes, elle a, si je ne me trompe, une grande valeur pour les rapprocher. Or, un calice monophylle avec une corolle monopétale, des étamines opposées, un ovaire uniloculaire, un placenta central libre chargé d'ovules, et un embryon parallèle à l'ombilic, sont des caractères qui ne se rencontrent que dans les Primulacées et les Myrsinées; donc ces familles doivent être rangées l'une à côté de l'autre. M. A. de Candolle, comme on l'a vu plus haut, est assurément bien loin de le nier; ainsi je crois inutile d'insister davantage sur ce point; mais il est bon, ce me semble, d'examiner si, sans le caractère d'un verticille double ou simple d'étamines, il n'y aurait aucune différence importante entre les Myrsinées et les Sapotées. Je résoudrais une telle question bien moins difficilement, sans doute, si j'étais au milieu des grands herbiers de Paris, et que je pusse me livrer à de nombreuses comparaisons et à des dissections multipliées. Privé de cette ressource, je puis du moins consulter les écrits des Brown, des Kunth, des Lindley; de telles autorités doivent avoir du poids auprès des botanistes, et je crois que personne ne me blâmera de mettre à profit les observations consignées dans les ouvrages de ces auteurs, pour en tirer des conclusions. Je soumets d'ailleurs celles qu'offrira ce mémoire à M. de Can-

dolle lui-même, et aux naturalistes qui, placés dans une position plus favorable que moi, peuvent se livrer à un examen approfondi; c'est au moins quelque chose d'attirer leur attention sur un sujet qui n'est peut-être pas sans intérêt.

§ II. *N'y a-t-il d'autre différence entre les Myrsinées et les Sapotées que celle d'un verticille d'étamines double ou simple? — Comparaison de l'androcée dans ces deux familles avec celui de la fleur type.*

S'il n'y a d'autre différence positive entre les Myrsinées et les Sapotées que celle qui résulte d'un verticille double ou simple d'étamines, le *Chrysophyllum* que M. Kunth (*Nov. Gen.* III, 238; *Handb.* 433.) place parmi les Sapotées, devrait en sortir pour se ranger parmi les Myrsinées, puisque le même auteur ne lui donne que cinq étamines opposées sans filets stériles, et cependant je ne le vois point parmi les genres que M. A. de Candolle admet dans cette famille; ou bien, si on le rejette de l'une et l'autre famille, je puis demander où, avec ses étamines opposées, il pourra être admis.

M. A. de Candolle propose de comprendre comme tribu dans les Primulacées, le *Samolus,* qui, outre les étamines opposées, a cinq filets stériles et un ovaire infère. A plus forte raison devait-on, dans le cas où il n'y aurait que la différence des étamines entre les Sapotées et les Myrsinées, faire une simple tribu des premières, puisqu'à cette diffé-

rence ne se joint pas celle de l'ovaire infère, et cependant M. A. de Candolle ne le propose point.

Au reste, ce dernier a bien mieux fait sentir les résultats de la considération des étamines dans les Myrsinées et les Sapotées que je ne l'avais fait dans mon *Second Mémoire sur le placenta*. En effet, je n'y parlais de ces organes que pour établir, par leur opposition à la corolle, un point de contact entre les deux familles. Mais une similitude parfaite n'existe point pour la très-grande majorité des genres que je trouve dans les auteurs que j'ai consultés, puisque cette majorité a un verticille double; ainsi, en parlant des deux familles en général, telles qu'elles sont circonscrites dans les mêmes auteurs, c'est seulement par exception qu'on pourrait faire sentir la ressemblance par les étamines; mais, pour l'ensemble, il faudrait au contraire insister sur la différence, comme a fait M. A. de Candolle (1). Peut-être aurai-je été entraîné par l'examen spécial de quelques plantes brésiliennes; mais, dans tous les cas, je ne devais point passer sous silence des

(1) Ce qui est dit ici l'est, au reste, dans la supposition où l'on considérerait, non la nature, mais la position des organes, puisque, presque toujours, une partie des étamines est modifiée et stérile. Ainsi, dans le *Bumelia*, d'après les auteurs et ce que j'ai vu moi-même, il n'existe que cinq étamines opposées; mais il s'y trouve cinq autres étamines modifiées et stériles, et il serait très-peu philosophique de comparer les Myrsinées et les Sapotées par leurs étamines, en faisant abstraction de celles qui sont modifiées. Pour plus d'exactitude, M. A de Candolle n'aurait pas mal fait, dans sa comparaison, de parler de la modification et de la stérilité d'une partie des étamines chez la plupart des Sapotées.

caractères indiqués par les auteurs, et qui existent dans un bon nombre de genres.

Quoi qu'il en soit, si, conformément à un tableau présenté par M. Dunal dans ses *Considérations sur les organes de la fleur*, on voulait supposer, comme objet de comparaison, un type composé de verticilles alternes, et que l'on considérât comme des duplicatures ou dédoublements, les organes opposés, il est clair que les Myrsinées différeraient du type simple, tout à la fois par dédoublement ou, si l'on veut, multiplication, et par défaut; dédoublement, dans la corolle ou verticille extérieur de l'androcée extérieur; défaut, dans l'absence du second verticille alterne, ordinairement staminal (1). Au contraire, c'est seulement par dédoublement de la corolle ou multiplication que diffèrent du même type celles des Sapotées de Brown et de Kunth qui ont des étamines en nombre double de celui des parties de la corolle. En même temps, il y a ici quelque rapport avec les Myrsinées, puisque fort souvent les étamines opposées, celles qui procèdent du dédoublement, sont seules fertiles. Une autre considération résulte encore de la stérilité des étamines dans beaucoup de genres, c'est qu'elle semble déjà

(1) Je ne parle dans cet alinéa que des Myrsinées telles que les conçoit M. A. de Candolle, et fais abstraction du *Jacquinia*. Il faut admettre que, chez les Myrsinées, il n'y a entre la corolle staminifère et l'ovaire aucune partie. MM. Brown, Lindley, Kunth, n'indiquent point de nectaire; je n'en ai vu aucun indiqué dans les détails de genres qui font partie du morceau de M. A. de Candolle sur les Myrsinées, inséré dans les *Annales des sciences naturelles*, et je ne crois pas non plus avoir observé de nectaire dans mes Myrsinées brésiliennes.

un acheminement vers la suppression totale, et qu'ainsi il ne faut pas s'étonner de rencontrer celle-ci dans quelques Sapotées. Cette considération, au reste, n'est entièrement applicable que dans le cas où les étamines stériles seraient réduites à de simples filets ou à des organes évidemment avortés, comme cela paraîtrait devoir être chez le *Lucuma obovatum*, où M. Kunth indique des étamines stériles linéaires, et qui semblent par conséquent réduites au filament. Mais dans un *Bumelia* de l'herbier de M. Dunal, où j'ai vu la place des étamines alternes occupée par des parties qui ressemblent à de vrais pétales, au lieu d'un appauvrissement ou d'une diminution, il y aurait plutôt luxe, surabondance; car l'effet d'une nourriture très-abondante est, dans nos jardins, de métamorphoser les étamines en pétales. Loin d'y avoir rien de bien fixe dans l'androcée extérieur (Dunal) (1) des Sapotées, il y aurait plutôt une suite de nuances fort différentes. Dédoublement staminal du premier verticille, et suppression du deuxième verticille alterne dans le *Chrysophyllum* et dans le *Nycterisition* (2); dédoublement staminal du premier

(1) L'androcée extérieur se compose, dans le type régulier, objet de comparaison, de deux verticilles : 1° la corolle, 2° les étamines. L'androcée intérieur comprend le nectaire.

(2) Le *Chrysophyllum*, comme je l'ai dit, a, suivant M. Kunth, cinq étamines opposées sans filets stériles, et cet auteur attribue les mêmes caractères au *Nycterisition*, que Sprengel réunit au *Chrysophyllum*. Il y a quelque difficulté pour la position des ovules du *Nycterisition*. Je me propose de revenir plus bas sur cet objet.

verticille et existence du deuxième verticille, mais avec diminution probable dans le *Lucuma obovatum*, et sans doute dans beaucoup d'autres espèces; dédoublement staminal du premier verticille et existence du second avec expansion dans le *Bumelia*, dont je parle plus haut, et peut-être dans beaucoup d'autres espèces; dédoublement staminal du premier verticille dans l'*Inocarpus*, qui, selon Sprengel (*Gen.* 335), appartient aux Sapotées (1), et nulle anomalie dans le deuxième verticille existant, puisque le même auteur l'indique comme staminal et fertile, donnant à la plante une corolle à cinq divisions et dix étamines fertiles; dédoublement pétaloïde du verticille extérieur dans l'*Imbricaria* de Jussieu, probablement métamorphosé par excès du second verticille; enfin probablement encore dans la même plante remplacement de l'androcée intérieur ou nectaire par les étamines (2). On trouverait peut-être

(1) M. Blume, dit M. Lindley (*Introd. syst. nat.*, 76), rapporte l'*Inocarpus* à ses Hernandiées; mais cet arrangement, ajoute l'auteur anglais, peut être mis en question.

(2) C'est du moins ce qu'il résulte, ce me semble, de ce que dit M. Brown : « Imbricaria (auctoritate speciminis ab Aubletio in herb. Banks) distinguitur corollæ laciniis triplici serie ordinatis, media extimæ opposita, utriusque 3-fidis (*Prodr.* 531). » Quant à l'*Omphalocarpus*, qui, à ce que dit Sprengel (*Gen.* 420), joint à un calice imbriqué une corolle dont le limbe est à six ou sept divisions, des étamines nombreuses et six écailles placées entre les étamines, voici ce que dit l'auteur du *Prodomus Novæ Hollandiæ* : « In *Omphalocarpo* stamina haud penitus indefinita; forsan sex ad singulas corollæ lacinias, quibus opposita. » Si l'*Omphalocarpus* a réellement six étamines devant chaque division de la corolle, ce serait un dédoublement staminal multiple du premier verticille de l'androcée extérieur.

plus d'une combinaison fort remarquable dans le *Bassia*, auquel il est attribué tout à la fois un calice à quatre parties, une corolle à huit divisions, et douze étamines (Spreng. *Gen.* 388); mais il faudrait, pour les débrouiller, que j'eusse, sur la position relative des parties, des données qui me manquent.

Ce que je viens de dire prouve combien il est essentiel de recommander aux botanistes de ne point décrire, sans indiquer la position des diverses parties par rapport aux autres; une description faite sans cette précaution peut sans doute être utile pour faire distinguer les plantes, mais on n'en tirera aucun résultat philosophique; il n'y a point pour les plantes *d'anatomie comparée*, si je puis m'exprimer ainsi, sans la connaissance des positions respectives. On a décrit dans le *Bumelia*, *deux écailles à la base de chaque division de la corolle*. Si ces écailles existaient réellement, il est probable que l'on serait embarrassé sur le point de comparaison qu'elles pourraient offrir, car elles pourraient être placées au-devant de la division ou sur ses côtés. Mais l'autopsie m'a démontré qu'ici il n'y a même pas d'écailles. Dans le *Bumelia* dont j'ai parlé plus haut (*ex herb.* Dunal), j'ai vu à la corolle cinq divisions dont chacune est tripartite, l'intermédiaire concave, un peu onguiculée, et les deux latérales plus courtes, plus larges à la base et laciniées. Les deux écailles placées, dit-on, à la base de chaque division de la corolle, sont donc tout simplement des parties intégrantes ou découpures de ces mêmes divisions, et, comme chacune des divisions offre deux découpures plus petites, l'une à droite et l'autre à

gauche d'une troisième intermédiaire plus grande, il résulte de là qu'entre deux grandes découpures il y en a deux plus petites, appartenant l'une à une des divisions de la corolle, et l'autre à la division voisine. Peut-être au reste quelques détails de plus sur ce même *Bumelia* jeteront-ils du jour sur ce que j'ai dit plus haut de la comparaison avec le type et sur la nature du premier verticille de l'androcée extérieur.

Il y existe, comme je l'ai fait voir, cinq étamines opposées et cinq alternes devenues pétaloïdes. A la base de la corolle, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, tout semble confondu, ou, si l'on aime mieux, rien ne se distingue du tube. Du côté intérieur, c'est-à-dire du côté de la face, les étamines et les expansions pétaloïdes intérieures, qu'on peut, je crois, considérer comme des étamines métamorphosées, paraîtront probablement naître à la même hauteur et former un seul rang, du moins au point où elles deviennent libres ; mais il m'a semblé que du côté extérieur, c'est-à-dire du côté de leur dos, les étamines sont plus soudées avec les divisions de la corolle, et plus dépendantes de celle-ci que ne sont les expansions pétaloïdes. Ceci peut-être tendrait à confirmer la théorie de M. Dunal, d'après laquelle les étamines fertiles et opposées appartiendraient davantage aux divisions de la corolle. Si les expressions : *cum staminibus alternantes et ante ea positæ*, qui, dans le *Genera* de Sprengel, sont applicables aux organes alternes avec les étamines, étaient exactes, la théorie serait bien mieux confirmée, ce me semble; mais ce que j'ai dit plus haut n'est point d'accord avec la citation que j'emprunte à l'auteur allemand ; je crois cependant que, dans leur partie

libre, ces mêmes organes, chez le *Bumelia* que j'ai examiné, reviennent un peu par leurs bords devant les étamines; et, si je n'ai pas vu ce fait pour les cinq expansions pétaloïdes, je l'ai vu du moins pour le côté d'une d'entre elles, et l'analogie permet d'étendre cette observation. Je livre, au reste, à l'examen attentif des botanistes, ce que je viens de dire, trop obscurément peut-être, sur la position plus avancée des organes alternes avec la corolle, sujet que j'ai déjà traité dans mon *Deuxième Mémoire sur les Résédacées* (1).

Quoi qu'il en soit, elle est à admirer cette variété que l'auteur de la nature a répandue dans le règne végétal par des retranchements et des additions; et, si l'on se rappelle cette phrase qu'écrivait M. Kunth, en parlant de fruits et de fragments de plantes trouvés dans des tombeaux de l'ancienne Égypte : « *Il me paraît prouvé que la végétation de ces deux époques est parfaitement identique, et que depuis tant de siècles les plantes n'ont éprouvé aucun changement dans leur forme et leur structure* »; si, dis-je, l'on se rappelle cette phrase, l'admiration doit peut-être augmenter encore, puisqu'à l'idée de variété vient encore se joindre celle d'ordre et de constance.

Si le nombre des étamines, soit véritables, soit modifiées, n'établit pas une différence entre les Myrsinées et les Sapotées, telles que ces dernières ont été conçues par M. Kunth

---

(1) La seule impression de ce *Mémoire* que je puisse avouer est celle qui a été faite à Montpellier, chez Martel aîné, en 1837. Je dois regarder celle qui l'avait précédée comme *non avenue*.

et très-probablement par MM. Brown et Lindley (1), il est bon actuellement de rechercher s'il n'y en a pas de plus réelle.

§ III. *Comparaison de l'ovaire des Myrsinées avec celui des Sapotées.*

Dans son préambule, M. A. de Candolle ne dit absolument rien de l'ovaire et du fruit des Sapotées et de celui des Myrsinées, et, dans les caractères des tribus et des genres de Myrsinées, il ne fait connaître nullement combien de loges a l'ovaire, ni de quelle manière les ovules sont attachés (2).

---

(1) Nous avons vu que M. Kunth faisait entrer dans les Sapotées le *Chrysophyllum* et le *Nycterisition*, auxquels il attribue seulement des étamines opposées, ainsi que cela a lieu dans les Myrsinées. M. Brown s'exprime ainsi en parlant des Sapotées : « Stamina... fertilia laciniis calycis numero æqualia... raro plura... sterilia totidem, fertilibus alternantia, « *quandoque nulla* ». M. Lindley, parlant des étamines stériles, finit par ces mots : *seldom absent.*

(2) Le préambule a été traduit de l'anglais, est-il dit dans une note (*Ann. sc. nat.* 2e *série. Bot. vol.* II, p. 285). Pour ce morceau, comme pour les caractères techniques et latins, je ne consulte que les *Annales des sciences naturelles ;* je ne sais si quelque part M. A. de Candolle n'a pas tracé les caractères généraux de la famille et détaillé ceux de l'ovaire. Au reste, de ce qu'a écrit M. A. de Candolle sur le genre *Embelia*, d'après Wallich (ovarium uniovulatum), on pourrait fortement soupçonner que l'ovaire est uniloculaire. Peut-être aussi pourrait-on tirer la même conclusion de ce que M. de Candolle dit de sa tribu des *Mœseæ*, comprenant le seul genre *Mœsa :* « Ovarium « adhærens, seminiferum, multiovulatum... semina placentæ centrali affixa, « numerosa. » Mais il n'y a là rien de bien précis.

Chez les Myrsinées, M. Brown a signalé, il y a longtemps (1), un ovaire uniloculaire et des ovules enfoncés dans un placenta central libre (2); j'ai moi-même confirmé ce caractère (3); enfin il est établi, sans aucune exception, dans le *Handbuch* de M. Kunth et l'*Introduction to the natural system* de M. Lindley. Chez les Sapotées, au contraire, MM. Brown et Kunth, l'un dans son *Prodromus*, l'autre dans son *Handbuch*, indiquent, sans nulle exception, un ovaire à plusieurs loges monospermes et à ovules dressés.

Des caractères tirés de l'ovaire paraîtront, je pense, aux

---

(1) « Ovarium uniloculare, pluriovulatum, ovulis..... placentæ centrali liberæ immersis. » *Prod.*, 532.

(2) S'il ne l'est pas toujours parfaitement, du moins ne tient-il que par son sommet à la manière des Primulacées, et il est entièrement libre dans son pourtour. On peut consulter, sur ce point, mes deux *Mémoires sur le placenta central libre*, et en particulier le deuxième pour ce qui regarde les Myrsinées.

(3) « Si l'on ouvre leur ovaire (de plusieurs plantes de ce groupe re-
« cueillies dans la province des Mines), on le trouvera appliqué sur un
« corps globuleux, qu'au premier coup d'œil on prendra toujours pour un
« très-gros ovule attaché au fond de la loge; car sa surface n'annonce
« qu'une masse homogène. Cependant trois marques d'un vert foncé tra-
« hissent bientôt, à l'œil exercé, la présence des véritables ovules; et la
« dissection montre que le corps globuleux n'est autre chose qu'un pla-
« centa où trois jeunes semences sont enfoncées chacune dans une cavité
« profonde. » (*Deuxième Mém. Plac. lib.* dans les *Mém. du Muséum*, vol. IV, p. 383.) Je ne puis dire à présent avec certitude si, quand j'ai écrit mon mémoire, ces observations avaient été faites sur plusieurs espèces ou sur plusieurs individus de la même espèce.

botanistes, plus importants que d'autres tirés du rang double ou simple d'étamines dans des plantes où le rang qui doit être staminal dans le type est sujet à autant de modifications qu'il en éprouve, comme je l'ai dit plus haut, chez les Sapotées; et d'ailleurs le nombre des étamines n'est pas toujours simple dans une même famille et constamment double dans une autre.

Si l'on adopte la théorie d'après laquelle l'ovaire serait composé de feuilles modifiées, nous aurions dans les Sapotées des feuilles repliées par leurs bords pour former des loges rayonnantes, et dans les Myrsinées des feuilles déployées, et c'est là, ce me semble, une grande différence.

On a dit à la vérité que, dans les plantes à ovaire uniloculaire et à placenta central pluriovulé, le péricarpe était originairement à plusieurs loges. Dans tous les cas, la différence subsisterait toujours pour l'ovaire dans la fleur épanouie; cependant il n'est pas mal d'examiner si, à une époque antérieure à la floraison, il y a eu similitude de caractère. Je serais fort tenté de croire que, dans l'origine (1), les Caryophyllées ont toutes en effet plusieurs loges; car, non-seulement l'analogie l'indique, puisque cette famille renferme des plantes toujours multiloculaires, mais encore certains débris m'ont donné, pour les espèces uniloculaires, les soupçons les mieux fondés. Quant aux Primulacées, il ne me paraît

(1) Quand je dis dans l'origine, je ne prétends pas qu'il se soit, dès sa formation, dessiné avec des cloisons (Voy. *Form. org. flor.*, par Guillard), mais j'entends qu'il en a pu avoir un moment.

point en être de même. Dans la fleur et le bouton du *Primula Sinensis,* j'ai vu des ovules tellement pressés sur le placenta, et des parois tellement lisses, que je ne saurais croire que, depuis que les parties se sont bien dessinées, il y ait jamais eu communication entre le péricarpe et le placenta, ce que l'organisation de ce dernier me semble d'ailleurs rendre absolument impossible. Il y a plus encore; j'ai examiné plusieurs boutons de *Primula* de différents âges, et je n'y ai pas vu de traces de cloisons.

La différence de l'ovaire des Sapotées et de celui des Myrsinées paraît donc confirmée encore par les considérations les plus délicates; c'est elle qui, je pense, doit, dans les cas douteux, servir de pierre de touche; ce qui appuie l'opinion de M. Kunth, d'après lequel les Myrsinées se distingueraient des Sapotées principalement par la *structure de l'ovaire et du fruit* (*Handb.* 436) (1).

Si donc le *Chrysophyllum* n'a que des étamines opposées, comme les Myrsinées, mais qu'en même temps il offre un ovaire à plusieurs loges monospermes et à ovules dressés

---

(1) S'il ne s'agissait que de la structure du péricarpe mûr, indépendamment de celle de l'intérieur de la graine, je ne crois pas qu'on puisse en tirer de bons caractères pour distinguer les Sapotées des Myrsinées; car M. Kunth lui-même dit que les premières ont un fruit charnu à une ou plusieurs loges monospermes, et les secondes un drupe ou une baie, la plupart du temps monosperme, quelquefois disperme ou tétrasperme (*Handb.*, 435, 436). Il est bien clair que quand le fruit d'une Sapotée est uniloculaire, c'est, comme le disent expressément MM. Brown et Lindley, par avortement; mais le résultat est pourtant un péricarpe charnu et à une loge.

comme les Sapotées, et qu'il faille choisir entre les deux familles, c'est à la dernière qu'il devra être réuni (1).

Au contraire, avec MM. Brown et Kunth, nous rapporterons aux Myrsinées le *Jacquinia* que MM. A de Candolle et Choisy placent parmi les Sapotées. En effet, si la corolle a un double rang de divisions alternes et cinq étamines, il est bien évident, par les descriptions du *Nova Genera* (vol. III, 251, tab. 246), que son ovaire est uniloculaire, et que de nombreux ovules y sont attachés à un placenta central libre, du moins après la fécondation. MM. Brown et Kunth ont si bien senti la prééminence des caractères de l'ovaire et du placenta sur ceux des étamines dans les Myrsinées, qu'ils ne varient pas sur les premiers, comme ils ne varient pas non plus sur la position transversale de l'embryon relativement à l'ombilic (*Prod.*, 532, 533. — *Handb.* 435) (2); tandis que,

---

(1) Le *Chrysophyllum*, dans le *Nova Genera*, fait partie de la famille des Sapotées, sans qu'il y soit rien dit de la position de ses ovules (vol. III, 236); mais, dans le *Handbuch* où M. Kunth établit comme caractère général de la même famille des ovules dressés, il y fait encore entrer le *Chrysophyllum*. Quant au *Nycterisition*, il est dit dans le *Nova Genera* (vol. III, 238-9), que l'ovule de l'*argenteum*, solitaire dans chaque loge, est attaché à l'axe central, et la figure le représente courtement ovale, porté par un funicule, et horizontal, d'où il résulterait que cette plante n'a pas le caractère attribué aux ovules des Sapotées. Le genre *Nycterisition* a cependant été placé par M. Kunth dans cette famille, et il se trouve même réuni au *Chrysophyllum* dans le *Genera* de Sprengel. D'après ceci, je crois qu'on fera bien de revoir avec attention l'ovaire du *Nycterisition*.

(2) Il est un seul caractère sur lequel ils indiquent une alternative, le nombre défini ou indéfini des ovules.

dans cette même famille, ils admettent qu'il puisse y avoir, outre les étamines fertiles, cinq filets stériles pétaloïdes. S'il se trouve d'autres plantes qui soient dans le même cas que le *Jacquinia*, avec quelque modification que ce soit dans les androcées extérieur et intérieur, je pense qu'elles doivent suivre le même sort que lui. Au reste, si la combinaison qu'offre le *Jacquinia* dans ses deux androcées, diffère beaucoup de celle que présentent les Myrsinées, qui n'ont que des étamines opposées, elle diffère également de celle que montrent un bon membre de genres de la famille des Sapotées de Kunth. Dans les Myrsinées, où se trouvent seulement des étamines opposées, il y a, comme je l'ai dit plus haut, dédoublement dans la corolle ou verticille extérieur de l'androcée extérieur, et suppression du second verticille ordinairement staminal (1); chez une bonne partie des genres de Sapotées, il y a dédoublement staminal dans la corolle ou premier verticille, et existence du second, mais avec stérilité de ce dernier, soit par altération, soit par excès. Dans le *Jacquinia*, le premier verticille de l'androcée extérieur de la corolle proprement dite ne se dédouble pas; le second verticille alterne, ordinairement staminal, existe, mais il est transformé en divisions pétaloïdes, et les cinq étamines étant alternes avec ce second verticille, remplacent le nectaire ou l'androcée intérieur qui est ici parfaitement sim-

(1) Il faut admettre que, dans ces Myrsinées, il n'y a entre la corolle staminifère et l'ovaire aucune partie. En comparant plus haut l'androcée extérieur de ces mêmes Myrsinées avec le type, j'ai déjà parlé dans une note de l'absence plus que présumable du nectaire.

ple, puisqu'il n'y a qu'un rang d'étamines (1). Ainsi, dans le *Jacquinia*, comme chez les Résédacées, la place du nectaire est occupée par les organes mâles.

§ IV. *Comparaison de l'embryon des Sapotées avec celui des Myrsinées. — De l'ovaire, du fruit et de l'embryon dans le genre* Ægyceras. — *Quelques mots sur l'*Avicennia. — *Des développements du* Ficaria ranunculoides.

Après avoir discuté ce qui concerne les étamines et l'ovaire, il me reste encore un point à éclaircir, la position de l'embryon dans la graine.

Sans aucune exception, MM. Brown et Lindley (*Prod.* 528. — *Introd. nat.* 181) donnent aux Sapotées un embryon dressé et une radicule tournée vers l'ombilic, et la même direction est également indiquée pour la radicule par M. Kunth (*Handb.* 434). Dans les Myrsinées, au contraire, MM. Kunth et Brown indiquent un embryon transversal par rapport au hile; l'auteur du *Prodromus Novæ Hollandiæ* répète même deux fois ce caractère, et dit expressément qu'il est sans exception : « *Embryo respectu umbilici semper transversus* (*Prod.* 532, 533. — *Handb.* 455) (2); enfin, j'ai vu moi-même un em-

(1) M. Kunth indique expressément les étamines comme étant opposées aux divisions extérieures et plus grandes de la corolle; c'est dire assez qu'elles sont alternes avec les intérieures plus petites.

(2) Je ne dois pourtant pas dissimuler que plus bas M. Brown place parmi les Myrsinées l'*Ægyceras*, auquel il donne un embryon dressé (*Prod.* 385). Je reviendrai bientôt sur ce point.

bryon transversal et parallèle à l'ombilic (*Second Mémoire sur le placenta,* dans le IV volume des *Mém. du Mus.*, p. 384). A mes yeux, de telles différences ont une grande valeur. Quant à M. Alph. de Candolle, après avoir avancé que la seule différence positive qui existe entre les Sapotées et les Myrsinées se trouve dans un verticille double ou simple d'étamines, il ajoute, sans entrer dans aucune explication, que, selon M. Brown, la direction droite ou transversale de l'embryon n'est pas bien importante.

Je ferai observer d'abord qu'on ne peut point comparer un embryon *droit* avec un embryon *transversal;* en effet, le mot *droit* (*erectus*) indique une direction propre, et le mot *transversal* une direction relative. Cela est si vrai, que l'embryon transversal peut être *droit*, comme je l'ai vu dans les Primulacées (*Mémoire Plac. central,* 10) (1), ou courbé, comme il l'est ordinairement dans les Myrsinées (Lindl. *Introd. nat. syst.* 225. Le mot *droit* (*rectus*) a été pris dans le sens d'une direction propre par M. de Candolle le père (*Théor.* 2e éd. 477), par M. Link (*Elem. phil.* 343), par M. Lindley. (*Intr.* 411), et par M. A de Candolle lui-même. (*Intr. bot.* I. 201). Il est donc clair, ce me semble, qu'ici *droit* a été mis pour *dressé,* et il est fort possible même que l'expression *erect* se trouve dans le texte anglais.

Je vais à présent tâcher d'aborder le fond de la question. Le passage de M. Brown sur lequel s'appuie M. A. de Candolle, qui lui-même ne se livre à nulle distinction, n'est mal-

(1) J'ai observé un embryon légèrement courbé dans un *Cyclamen.*

heureusement pas cité dans les *Annales des sciences nat.*; ainsi je ne puis savoir avec une entière certitude si ce passage se rapporte à la *direction péricarpique* ou à la *direction spermique* (Rich.). Je ne crois point à celle de l'embryon par rapport au fruit une aussi grande importance à beaucoup près qu'à celle de la même partie relativement au hile. « La « direction péricarpique de l'embryon, a dit Louis-Claude « Richard, offre assez souvent des différences notables et « même des oppositions dans le même ordre naturel....; il « est quelquefois impossible et souvent difficile de l'établir « avec justesse, surtout lorsque les graines sont vaguement « dirigées (*An. Fr.* 47)». Enfin, le même auteur a établi ce principe, fondement de la carpologie : « Comme la direction « de la graine doit toujours être rapportée au péricarpe, de « même celle de l'embryon doit être toujours considérée par « rapport à la graine (*l. c.*) ». Je ne veux pas dire qu'il ne faille jamais indiquer la direction péricarpique de l'embryon; mais elle l'est implicitement dans les cas les plus précis par la double indication de celle de la graine relativement au fruit, et celle de la radicule relativement à l'ombilic. Si je dis, par exemple, que la graine est dressée ou orthotrope (Rich.), et que l'embryon l'est également, il est clair que la radicule est infère; si je dis que la graine est dressée et l'embryon inverse ou antitrope, il est clair que la radicule est supère, et elle le sera encore si la graine est renversée et l'embryon dressé.

Pour revenir aux plantes qui nous occupent ici en particulier, s'il s'agit de la direction péricarpique dressée ou transversale de l'embryon dans les Myrsinées, il existe bien réellement un passage de M. Brown, qui, confirmant ce que

j'ai dit en thèse générale, relativement à la supériorité de la direction spermique de l'embryon sur la direction péricarpique comparées comme caractères, a pu autoriser M. A. de Candolle à s'exprimer comme il l'a fait. Voici ce que dit l'auteur du *Prodromus* : » Embryo qui respectu umbilici semper « transversus, quia semen peltatum, quoad fructum transver- « sum evadit, tantummodo dum ovulum unicum maturescit; « nam ubi fructus polyspermus ut in *Jacquinia* (quæ hujus « ordinis), embryo erectus est. » Il me semble qu'on ne peut donner à la dernière partie de la phrase un autre sens que celui-ci : *Relativement au fruit, l'embryon se montre transversal, seulement lorsqu'un seul ovule mûrit; car, lorsque le fruit est polysperme, comme dans le Jacquinia qui appartient à cette famille, l'embryon est dressé.* Ce passage, en montrant une coïncidence remarquable, et que je ne saurais, je l'avoue, m'expliquer, prouve que la position de l'embryon par rapport au fruit varie dans les Myrsinées. Mais il ne faut point oublier que le même passage est précédé de quelques mots qui, mettant en opposition la position spermique avec la position péricarpique, prouvent que la première a bien de l'importance, et ces mots sont : *Embryo respectu umbilici semper transversus* (l'embryon est toujours transversal par rapport à l'ombilic). Ainsi constance dans la direction spermique de l'embryon, et défaut de constance dans la direction péricarpique; voilà ce que fait voir M. Brown pour les Myrsinées (1). Or, comme je l'ai dit, un embryon dressé à radi-

(1) Ce passage de M. Brown, qui assez vraisemblablement a induit M. A. de Candolle en erreur, paraîtrait également avoir trompé M. Blume;

cule tournée vers l'ombilic a été indiqué sans exception dans les Sapotées. Donc, nous avons encore ici une différence qui me semble bien supérieure à celle d'un rang simple ou double d'étamines.

Je ne dois pourtant pas dissimuler que M. Brown, après avoir indiqué la position transversale de l'embryon par rapport à l'ombilic comme un des caractères des Myrsinées, et avoir dit que cette position était constante, place bientôt dans cette famille l'*Ægyceras* auquel il attribue un embryon dressé. Comme il a ajouté précédemment que l'embryon était dressé par rapport au fruit dans les Myrsinées, quand le fruit est polysperme, et que celui de l'*Ægyceras* est monosperme, il serait impossible qu'ici il eût eu en vue la direction péricarpique. D'ailleurs, l'embryon *dressé par rapport à la semence* est, d'après la définition de M. Link, celui qui, ayant sa radicule tournée vers le hile, s'élève droit dans la semence; et, lors même qu'on admettrait une certaine courbure dans l'embryon dressé, il faut qu'il ait toujours sa radicule dirigée

---

car voici comment s'exprime ce dernier : « Omnibus... Myrsineis albumen « copiosum subcorneum cum embryone transverso, ubi in pericarpio « abortu unicum tantum ovulum maturescit, erecto autem in fructu polys- « permo. » (*Ann. sc. nat.* 2^e^ *série.* vol. II, 98). Cette phrase rappelle tout à fait celle de M. Brown ; avec cette différence qu'il n'y est fait aucune distinction entre la direction spermique et la péricarpique, et qu'elle peut faire croire que l'embryon des Myrsinées est tantôt droit, tantôt transversal par rapport à la graine, lorsqu'au contraire M. Brown a dit : « *Res-* « *pectu umbilici semper transversus.* » Cela prouve qu'on ne saurait être trop clair dans l'indication de la direction de l'embryon, surtout lorsqu'on ne se borne pas à la spermique.

du côté de l'ombilic; au contraire, l'embryon *dressé par rapport au fruit*, doit être celui qui, ayant sa radicule tournée vers le fond du péricarpe, élève ses cotylédons vers le sommet de ce dernier, et, dans ce cas, ceux-ci peuvent très-bien être tournés vers le hile (1). Or, d'après une des figures de Gærtner (*De fruct.*, tab. 46), la radicule de l'*Ægyceras majus* regarde le sommet du fruit; par conséquent, si cette figure est exacte, nous avons une raison de plus pour croire que Brown, en indiquant un embryon dressé chez l'*Ægyceras*, n'a pu avoir en vue que la direction péricarpique. L'auteur du *Prodromus Novæ Hollandiæ* dit: qu'il n'a pas hésité à rapporter l'*Ægyceras* aux Myrsinées, à cause de la structure intérieure de son ovaire, à cause des lignes semblables à des

(1) Je ne vois pas du tout la nécessité d'employer ce mot *erectus*, soit pour indiquer la direction spermique, soit pour indiquer la direction péricarpique de l'embryon. Quand il s'agit de peindre, et surtout d'être clair, on ne doit pas craindre d'avoir recours à une courte périphrase. Ce qu'on a de mieux à faire lorsqu'on veut décrire un embryon, c'est, je pense, d'indiquer sa forme, sa direction propre, la position de son ensemble par rapport au périsperme, si ce corps existe, et, suivant les circonstances, la direction de la radicule, ou des cotylédons, relativement à l'ombilic, ou même, dans quelques cas, la direction de l'une et des autres. Quant à la direction péricarpique, peut-être est-il bon de la négliger dans les cas les moins précis, et, dans les cas bien précis, je pense qu'on peut toujours utilement employer les mots *radicula supera* ou *radicula infera*, suivant que la radicule prolongée s'élèverait au-dessus du fruit ou descendrait au-dessous. Quoi qu'il en soit, l'*embryon dressé dans le fruit* paraît être celui qui se trouve désigné de la manière suivante dans les *Elementa philosophiæ* de Link : « Embryo adscendens est, secundum Gærtnerum, « qui suo apice verticem fructus respicit. »

glandes dont cette partie est marquée, et à cause des étamines opposées aux divisions de la corolle ; mais il faut convenir que ce genre présente dans la famille qui nous occupe une exception bien remarquable par la nature de son fruit capsulaire déhiscent à la manière des légumes (1), par l'absence du périsperme et l'embryon non transversal relativement à l'ombilic.

On ferait disparaître l'anomalie si, comme le propose M. Blume avec quelque doute (in *Ann. sc. nat.*, 2e *série*, vol. II, 98), on faisait une petite famille de l'*Ægyceras;* mais M. Brown n'a pas même indiqué ce genre sous le titre de *Genus affine;* et, je crois l'avoir dit ailleurs, c'est détruire la jolie métaphore qui a fait appliquer le nom de famille aux plantes, que de l'employer pour un genre unique. D'ailleurs nous devons reconnaître qu'un ordre naturel admet toutes les exceptions; sans cela nous multiplierions les divisions et les noms sans utilité pour la science, dont ce triste échafaudage peut éloigner ceux pour lesquels elle eût été une agréable étude. Je voudrais que l'on adoptât l'idée qu'a eue M. Lindley de signaler, après les caractères de la famille, les genres qui se rattachent à celle-ci, quoique offrant

---

(1) Gærtner a dit du fruit de l'Ægyceras : « Capsula arcuata..... latere « convexo dehiscens. » (*de Fruct.* I, 216). M. Brown a cherché à rendre les caractères de ce fruit en employant les expressions suivantes : « Theca coriacea, cylindrica, follicularis. » (*Prod.* 534). M. Blume a dit : « Pericarpium folliculare, cylindraceo-arcuatum » (*Ann. sc.* 2e *série*, vol. II, 97); et enfin M. A. de Candolle : « Drupa elongata..... follicularis. » (*l. c.*, 291.) Les trois derniers auteurs ne parlent pas de la déhiscence.

d'ailleurs quelques anomalies dont la nature devrait être toujours soigneusement indiquée ; idée qui me semble bien faire sentir ce qui est, et que l'auteur de l'*Introduction to the natural system.*, a en particulier appliquée à l'*Ægyceras* (1). Au reste, si on ne fait pas de ce genre une famille distincte, il faut bien l'admettre dans les Myrsinées, puisque aucun autre groupe ne réunit à des tiges arborescentes un ovaire uniloculaire, un placenta central chargé d'ovules, et des étamines opposées. Mais l'exception que l'*Ægyceras* formera chez les Myrsinées par le défaut de périsperme, la structure de son fruit et la position de son embryon, sera peu notable relativement aux plantes de la famille qui ne sortent point de ses caractères généraux, ou du moins des principaux d'entre eux. En effet, M. A. de Candolle a décrit cent quatre-vingts espèces de Myrsinées ; sur ce nombre, il n'indique que deux *Ægyceras*, et, dans sa tribu des Ardisiées, qui, à l'exception de quatorze *Mœsa*, comprend tout le reste de la famille, il signale positivement un fruit charnu, un périsperme et un embryon transversal; mot qui ne peut certainement représenter que la direction spermique, car il est à croire que si l'auteur avait eu en vue la péricarpique, il n'eût pas manqué de le faire connaître. Quant au *Mœsa*, M. A. de Candolle ne dit rien de la nature du fruit, et de la présence ou de l'absence du périsperme dans ce genre; mais du moins il lui at-

(1) Il eût été mieux peut-être que M. Lindley eût placé les *anomalies* après les caractères détaillés qu'après le diagnose; car, dans le diagnose des Myrsinées ne se trouve indiqué aucun des caractères qui constituent ce qui est signalé comme formant l'anomalie.

tribue un embryon transversal, comme à ses Ardisiées, et c'est ici le point principal. D'ailleurs, je vois dans le *Genera* de Sprengel, le *Mœsa* (sub *Bœobotrys*) indiqué comme ayant une baie uniloculaire et un placenta central.

Quoi qu'il en soit, il existe dans l'histoire de l'*Ægyceras* des lacunes qu'il serait à désirer de voir remplir, si, comme cela est assez vraisemblable, on ne sait sur l'ovaire, le fruit et la semence, rien de plus important que ce qui se trouve dans les écrits de Gærtner, de Brown et de Blume (in *Ann. sc. nat.*, 2e *série*, vol. II, 98) (1). Il est en effet bien des questions que l'on pourrait faire. Comment l'ovaire, qui doit être un polycarpèle, devient-il un fruit irrégulier, étroit, arqué, léguminiforme et s'ouvrant longitudinalement comme un légume (ex Gærtn.) (2)? Que deviennent le placenta et les ovules avortés? Qu'est-ce que ce long cordon ombilical qui, suivant Gærtner, se glisse le long du fruit tout entier pour se rattacher à la semence, et ainsi la tiendrait suspendue? Comment est-il possible qu'il soit le résultat d'un placenta central? Ce tégument propre, incomplet, qui couvre le sommet de la semence, est-il bien certainement incomplet? N'a-t-il pas originairement enveloppé la semence tout entière, comme cela arrive dans l'*Avicennia* (2e *Mém. sur le plac. central libre* dans les *Mém. du Mus.*, vol. IV, p. 391)? L'espèce de coiffe qu'il forme, dit-on, ne serait-elle pas composée non-seulement du

---

(1) C'est seulement par ces auteurs et M. A. de Candolle (In *Ann. sc. nat.*, 2e série, vol. II, 98) que je connais l'*Ægyceras*.

(2) Dans les autres auteurs que je cite, il n'est pas question de la déhiscence.

tégument propre percé dans le fruit par la germination qui y commence, mais encore du placenta central et des ovules avortés, de même que, dans l'*Avicennia*, le petit corps blanchâtre qui se voit au fond du péricarpe se compose du tégument ouvert et en forme de chausse, du placenta central et des quatre corps qui, dans l'ovaire, semblent des ovules (*l. c.*, 389) (1)? Si la radicule est infère, comme le dit M. Blume, comment se fait-il que Gærtner l'ait décrite comme supère, et qu'il l'ait si clairement figurée comme telle? Enfin, si l'embryon germe dans la semence, quels sont les progrès divers qu'il y fait avant de s'en dégager entièrement?

Il y a, sans doute, de l'intérêt à observer l'ovaire et à étudier le fruit, mais il y en a, je crois, davantage encore à suivre pas à pas les avortements et les accroissements inégaux qui souvent occasionnent entre le fruit naissant et le fruit mûr de si grandes différences.

Dans plusieurs cas, celui qui se borne à examiner l'ovaire dans l'instant de la fécondation, et ensuite le fruit mûr, est comparable à l'entomologiste qui n'aurait vu que la chenille, et ensuite le papillon paré de ses ailes. Au reste, ce ne sont pas seulement les métamorphoses qui s'effectuent dans le fruit depuis la fécondation jusqu'à la maturité, qui offrent matière à de curieuses observations; la vie, les mœurs de certaines plantes, surtout peut-être de celles à tige souterraine, méritent d'être étudiées. M. Bischoff l'a montré, il n'y

(1) Je n'ai pas déterminé spécifiquement *l'Avicennia* de Rio de Janeiro, sur lequel j'ai fait mes observations. Aussi me contenté-je de l'indiquer par le nom générique.

a pas longtemps, pour quelques *Corydalis*. L'humble *Ficaire* (*Ficaria ranunculoides*) ne doit pas même être dédaignée par le botaniste observateur. Si je ne me trompe, il ne découvrira dans son embryon qu'une masse homogène; il aura, je crois, bien de la peine à saisir les premiers instants de la germination, si même il peut y parvenir; lorsqu'au printemps il verra d'anciens pieds fleurir, il apercevra dans leur voisinage de petites feuilles isolées et soutenues par un pétiole, qui évidemment appartiennent à l'espèce dont il s'agit, et qu'au premier coup d'œil il sera tenté de prendre pour de jeunes plantes germant avec un cotylédon unique; pour peu qu'il se donne la peine de les arracher et de les observer avec soin, il verra le pétiole de la jeune feuille embrassé par une gaîne membraneuse et blanchâtre, qui elle-même est embrassée par une très-courte écaille; enfin, dans une fente ménagée à la base du pétiole de la feuille, il découvrira le rudiment d'une seconde feuille, et alors il sera obligé de reconnaître, dans la partie ascendante de la plante, une jeune tige chargée de trois organes appendiculaires et d'une gemme; tout à fait à la base qui lui avait paru être un pétiole, il apercevra trois fibres radicales et un tubercule ovoïde-arrondi, tous placés latéralement; des pieds plus avancés lui montreront la seconde feuille dégagée du pétiole engaînant de la première, et un second tubercule se formant dans une direction plus perpendiculaire que le premier, avec une couleur blanchâtre, chargé inférieurement de petits poils, et analogne, je crois, par son extrémité, à celle de toute fibre radicale. Après cet examen, peut-être se demandera-t-il si la petite écaille qui embrasse la gaîne est le cotylédon, si elle a préexisté au développement de l'embryon,

ou si son apparition est postérieure à ce développement, enfin si tout l'ensemble que je viens de décrire appartient bien à la même année; si le tubercule, qui est d'une couleur roussâtre, et qu'il aura sans doute trouvé plus d'une fois en partie détruit à l'intérieur, ne s'était pas déjà développé dans le courant de l'année précédente, après la chute de la graine, et si quelques petits débris qu'il porte à son sommet n'annoncent pas une végétation plus ancienne (1); si enfin le premier acte de la germination n'aura pas été le développement du tubercule préexistant, et de quelques petites écailles qui, avec lui, seront restées sous terre.

Mais je reviens à mon sujet, dont on trouvera peut-être que je me suis écarté trop longtemps.

J'ai montré qu'il existait un passage de M. Brown où ce savant indique, chez les Myrsinées, un embryon toujours transversal par rapport à l'ombilic, et droit ou transversal par rapport au fruit. Comme je ne trouve point cité dans les *Annales des sciences naturelles*, d'une manière précise, le morceau de M. Brown qui a fait dire à M. A. de Candolle que, selon l'auteur anglais, la direction droite ou transversale

---

(1) C'est d'après des observations faites autrefois que j'indique l'homogénéité très-présumable de l'embryon de la *Ficaire*. J'ai, pour tout ce qui regarde ce point de botanique, recours à ma mémoire; aussi m'exprimé-je avec doute. Ce que je dis de la jeune *Ficaire* est le résultat d'un examen récent. J'indique ce que je crois le plus général d'après ce que j'ai vu; mais j'ai reconnu que le jeune tubercule n'était pas toujours latéral : je n'ai pas toujours vu non plus trois fibres radicales; mais peut-être y avait-il alors cassure ou développement tardif.

de l'embryon n'était pas bien importante, je ne saurais certifier avec une entière assurance que ce morceau soit celui du *Prodomus Novæ Hollandiæ*, où il est question tout à la fois des directions spermique et péricarpique, et que j'ai traduit plus haut. Mais si, après avoir écrit ce dernier morceau, M. Brown avait avancé que la direction spermique, droite ou transversale, n'avait pas beaucoup d'importance, il faut convenir qu'il se serait mis en contradiction avec lui-même; car la valeur d'un caractère est fondée principalement sur sa constance. Or, il n'est pas, je crois, sans constance le caractère dont on a dit qu'il existait toujours, en admettant néanmoins une exception, et certes, cette constance n'a pas été infirmée par l'auteur, qui récemment l'a signalée chez cent soixante-dix-huit espèces sur un nombre total de cent quatre-vingts (1).

D'ailleurs, il y a une considération qui, je crois, ajoute de l'importance au caractère de l'embryon transversal chez les Myrsinées et les Primulacées, c'est qu'il coïncide dans ces plantes avec un autre caractère très-important, le placenta central libre, du moins à une certaine époque; et même on

---

(1) Il n'est pas vraisemblable, j'en conviens, que la direction spermique transversale ait été réellement observée dans les 178 espèces où M. A. de Candolle l'indique par les caractères généraux de ses tribus; mais, si elle ne l'a été que chez un certain nombre, l'analogie l'aura fait conclure sans doute pour les autres. Il serait bien, je pense, quand on indique des caractères généraux très-délicats, de faire connaître sur combien d'espèces on les a vérifiés, comme j'ai eu soin de le faire dans le *Flora Brasiliæ meridionalis*.

retrouve l'embryon transversal et le placenta libre dans les Primulacées d'ailleurs les plus anomales: chez le *Cyclamen* à embryon monocotylédone, chez le *Glaux* apétale, le *Pelletiera* polypétale, le *Samolus* dont l'ovaire n'est point libre, et qui a des étamines stériles alternes (1).

§ V. *Considérations sur l'embryon parallèle au plan de l'ombilic, sa coïncidence avec d'autres caractères et son origine. — Comparaison de cet embryon dans diverses espèces et familles de plantes, les Myrsinées, les Primulacées, les Plantains, le* Tozzia, *le* Pilocarpus, etc. — *Histoire de l'ovule et de la semence du* Veronica hederæfolia. — *Nécessité de ne point diviser la famille des Scrophulariinées, telle que la conçue M. Brown. — Observations sur la graine des Rubiacées.*

Dans les deux familles dont il s'agit, la position transversale de l'embryon, ou, pour mieux dire, les causes aujour-

(1) En parlant de l'embryon dont ni l'une ni l'autre extrémité ne répond exactement, soit à la base, soit au sommet de la graine, Louis-Claude Richard avait dit qu'il était *presque général chez les Primulacées* (*An. Fr.* 46). On pourrait conclure de là que cet habile carpologiste admettait des exceptions à la position transversale de l'embryon dans la famille dont il s'agit; mais je n'en ai point vu, et il n'est pas à ma connaissance qu'aucune ait été signalée. A la vérité M. Brown a dit dans son *Prodromus* que, chez le *Samolus*, la radicule regardait l'ombilic; mais, avant lui, Richard avait trouvé l'embryon du *Samolus* semblable à celui qu'il attribuait à la majorité des Primulacées, et mon premier *Mémoire sur le placenta* a confirmé l'assertion du savant français.

d'hui bien connues qui ont amené cette position (Mirb., 2^e *Mém. ovule,* 47), sont-elles le résultat de la nature du placenta? La manière dont l'embryon est placé chez les Lentibulariées, qui ont un placenta analogue à celui des Myrsinées, tend à prouver le contraire. Elle n'a été, à ma connaissance, indiquée par aucun auteur; voici ce que j'ai observé dans le *Pinguicula vulgaris* L. et le *P. Lusitanica* L. La semence du premier est allongée, presque cylindrique, obtuse à une extrémité et pointue à l'autre; l'embryon, dépourvu de périsperme, présente à peu près la même forme que la semence; il est impossible, d'après cette forme, qu'il soit transversal, et réellement, au lieu d'être parallèle au plan de l'ombilic, il lui est perpendiculaire (1). Chez le *Pinguicula Lusitanica*, les graines très-nombreuses, sont extrêmement petites, brunes, oblongues-linéaires, légèrement arquées, striées, marquées de facettes brillantes, un peu plus étroites à leur base qui porte une petite pointe, reste du cordon ombilical; l'ombilic est à l'extrémité la plus étroite de la semence; le tégument propre est mince et membraneux; il n'y a point de périsperme; l'embryon est droit, à peu près en massue, à cotylédons courts, lancéolés, à radicule obtuse, trois fois plus longue que les cotylédons; enfin cet embryon, comme celui du *P. vulgaris*, remplit la semence, il est perpendiculaire

(1) M. Frédéric de Girard et moi nous avons aussi trouvé un embryon perpendiculaire à l'ombilic dans le *Micranthemum* qui, comme je le démontrerai dans mon *Troisième Mémoire sur le placenta*, appartient aux Lentibulariées, et forme un lien entre elles et le *Limosella*, le genre de Scrophulariées le plus voisin des Lentibulariées.

par rapport au hile, et même sa radicule aboutit à ce dernier. De tout ceci cependant il ne faudrait peut-être pas conclure que chez les Myrsinées et les Primulacées, les caractères du placenta n'ont nécessairement aucune espèce d'influence sur la direction de l'embryon; car les Myrsinées et les Primulacées ont un périsperme, tandis qu'il n'en existe pas dans les Lentibulariées, et je ne saurais affirmer absolument que le périsperme des Primulacées et des Myrsinées ne joue pas ici un rôle concurremment avec leur placenta.

M. Brown a dit que l'embryon, chez les Myrsinées, était transversal relativement à l'ombilic, parce que la semence était *peltée* (*Prodr.* 533). Une semence peltée est, si je ne me trompe, celle qui, étant aplatie, orbiculaire ou plus ou moins elliptique, présente l'ombilic au milieu de sa face. J'ignore si une semence de ce genre admet un embryon replié sur lui-même; mais il est bien évident qu'un embryon sans périsperme et droit dans une semence peltée doit nécessairement être transversal; autrement une partie de la semence ne serait pas remplie. Il ne serait pas sans doute aussi impossible qu'une semence peltée, contenant du périsperme, eût un embryon droit non transversal; cependant ma mémoire ne me fournit pas le souvenir d'un embryon dressé avec une telle semence. Mais si la graine peltée a toujours un embryon transversal, comme on pourrait peut-être le conclure de l'assertion de M. Brown, et comme les *Plantains* en fournissent un exemple, du moins peut-il y avoir un embryon transversal dans une graine non peltée; car je ne pense pas qu'on puisse reconnaître une semence peltée dans les descriptions que j'ai faites de celles du *Pilocarpus spicata*, du *Fabiania thymifolia* et du *Nierembergia graveolens*, qui ont

pourtant l'embryon transversal (*Plant. remarq.* 146, 220, 221) (1). Il y a plus : ce n'est pas à la forme peltée de la graine qu'il faut attribuer l'embryon transversal du *Glaux maritima*, du *Samolus Valerandi*, de l'*Anagallis latifolia;* car je ne pense pas qu'on reconnaisse une graine peltée dans les figures des graines de ces plantes qui viennent à la suite de mon *Premier Mémoire sur le placenta*. Enfin j'ai décrit, en parlant des Myrsinées, un embryon transversal avec une semence globuleuse (2); et là cet embryon n'était certes pas le résultat d'une semence peltée (3). Il résulterait de tout ceci que, si l'embryon transversal se rencontre dans les graines peltées, il peut aussi se trouver chez d'autres semences (4).

---

(1) Dans ma description particulière du *Pilocarpus spicata*, je ne parle pas de la position de l'embryon, mais je l'avais indiquée dans les caractères génériques, et il est vraisemblable que c'est d'après la dissection de la graine de cette même espèce.

(2) Je répète que je ne saurais dire si mes observations sur la semence des Myrsinées ont été faites sur une ou plusieurs espèces.

(3) Il n'est pas impossible que M. Brown et d'autres aient donné un sens plus étendu que moi au mot *peltè* appliqué à la graine; aussi dois-je regretter de ne trouver la définition de la *graine peltée*, ni dans le *Handbuch* de M. Kunth, ni dans les *Elementa* de M. Link, ni dans *l'Introduction to botany* de M. Lindley. Quoi qu'il en soit, en admettant même ma définition, je pense que les Primulacées ont une sorte de tendance à avoir pour leurs semences la forme peltée. Les graines du *Coris Monspeliensis* ne sont point toujours parfaitement semblables, mais on en trouve, je crois, de vraiment peltées.

(4) Voici comment je me suis exprimé : « Les semences du *Samolus* sont « anguleuses avec la surface extérieure un peu convexe, et lorsqu'une se- « mence incrustée dans un placenta charnu m'a offert cette forme, j'ai

Qu'il me soit permis d'indiquer ici le soupçon vague d'une autre coïncidence. Si je ne me trompe, il résulte de ma description de l'ovule du *Pilocarpus spicata* et de la figure qui y est jointe, comme aussi il résulte de ma description de l'ovule du *Tozzia* (dans les *Mémoires du Muséum*), que, chez ces plantes, la jeune semence est sessile et attachée dans une grande partie de sa longueur ou péritrope Rich.; je vois également un ovule sessile dans un *Cyclamen* et le *Primula Sinensis*, et je présume que toutes les Primulacées et les Myrsinées ont également une jeune semence sessile; or, l'embryon est transversal dans toutes ces plantes: peut-être serait-il bon de savoir jusqu'à quel point l'absence du funicule et la péritropie de l'ovule coïncident avec le parallélisme de l'embryon et du plan de l'ombilic. Le placenta, l'ovule et la graine, enfin l'embryon sont des parties tellement liées entre elles, qu'il n'est pas sans intérêt, ce me semble, de connaître si, parmi leurs caractères, il en est qui résultent nécessairement les uns des autres, et quels ils sont.

Nous devons à M. de Mirbel des faits bien intéressants sur le développement de l'ovule dans les Primulacées et les Plantaginées. (*Second Mémoire sur l'ovule*, 47), et nous pourrons, je pense, en tirer plus d'une conclusion utile. Voici comment je conçois ces faits, aidé tout à la fois du texte de l'auteur, des figures qu'il a données de l'ovule d'une *Anagallis* à différents âges, et de ce que dit M. Alph. de Candolle de la position de l'embryon naissant. L'axe de l'ovule est d'abord

---

« généralement trouvé l'embryon droit et parallèle à l'ombilic. » (*Mém. plac.* 11.) Ceci convient certainement à des graines de Primulacées, mais je ne puis à présent dire si j'avais aussi en vue quelque autre graine.

droit, c'est-à-dire, qu'il traverserait sans déviation le milieu du hile, de l'exostome, de l'endostome et le sommet du nucelle ; mais un des côtés de la jeune semence s'accroît successivement pendant que l'autre s'atrophie, et de là il résulte que l'axe qui passerait par le hile ne traverserait bientôt plus l'exostome, l'endostome ni le sommet du nucelle, qui ne tardent pas à être inclinés horizontalement par rapport au hile. Cependant l'accroissement continue, et toujours aussi inégalement; le côté extensible de la primine se développe sur les parties intérieures; l'exostome se rétrécit; il s'avance vers le hile, et là il cesse d'être apparent. Mais pendant que l'exostome, entraîné par l'accroissement inégal de la partie extérieure a fait une conversion de 180 degrés, les parties internes n'ont pas pris le même développement; restant pour ainsi dire en chemin, elles n'ont fait qu'une conversion de 90 degrés, et ne sont pas descendues au delà de la position horizontale. Là a dû se trouver l'endostome, lorsque l'embryon a commencé à paraître au milieu d'une masse verte, origine du périsperme; et comme l'endostome avait une position horizontale relativement au hile, l'embryon a dû aussi prendre la même position (1).

---

(1) M. Mirbel dit expressément que « la force de croissance du côté ex-« tensible de la primine excède celle du côté correspondant des parties « intérieures; » et il ajoute que « l'embryon qui prend toujours naissance « au sommet de ces parties et ne s'en sépare jamais, se trouve ainsi fixé loin « de l'exostome » (*l. c.* 48). Ceci tend à prouver que M. A. de Candolle a eu raison quand il a dit que c'était vers l'endostome qu'était dirigée la radicule (*Introd. bot.*, I.) Si, comme cela a été écrit, l'exostome montrait toujours la place où la radicule se développe, ici l'embryon serait dressé; or, cela n'est pas; donc, l'assertion que je viens de citer n'est pas exacte.

Passons à présent aux conclusions.

D'abord, puisque les faits intéressants que je viens de rappeler existent également dans les Plantaginées et les Primulacées, nous avons une raison de plus pour rapprocher ces familles, et ils doivent exciter les botanistes à examiner si, comme je suis tenté de le croire, les *Plantains* n'ont pas, de même que les Primulacées, un placenta réellement libre dans un ovaire uniloculaire (1). Ensuite, si les mêmes faits se retrouvent, comme le soupçonne M. de Mirbel, chez les Myrsinées, nous avons un point de contact de plus entre celles-ci et les Primulacées. Enfin, et ceci se rattache bien mieux à mon sujet, les phénomènes qui amènent chez les Primulacées *l'embryon transversal* ou *parallèle au plan de l'ombilic*, et qui peut-être sont les mêmes chez les Myrsinées, s'opèrent, suivant M. Mirbel, dans un *ovule campulitrope;* or, *l'embryon dressé* est le résultat d'un autre type, *l'ovule anatrope;* on peut par conséquent, ce me semble, légitimement demander si cette différence d'origine ne confirme pas cette importance que j'ai tâché d'établir entre les résultats, savoir : *l'embryon dressé* et *l'embryon transversal.*

Au reste, si je crois à la haute importance de cette dernière espèce d'embryon chez les Primulacées et les Myrsinées, je

(1) J'ai décrit chez le *Littorella lacustris* un ovule sessile au fond d'un péricarpe uniloculaire. (*Mem. plac.* 64.) Je ne sais comment est situé l'embryon dans la graine de cette plante; mais je serais bien tenté de croire qu'il ne l'est pas comme chez les *Plantains*, et que M. Mirbel n'a eu en vue que ce dernier genre, quand il a parlé des phénomènes qui se succèdent dans le développement de l'ovule des Plantaginées.

ne veux certes pas dire que l'embryon transversal ait partout cette même importance. D'après les descriptions que j'ai publiées dans mon livre intitulé *Histoire des plantes les plus remarquables,* l'embryon du *Nierembergia graveolens* et celui du *Fabiana thymifolia* sont parallèles à l'ombilic(1); et pourtant je vois une radicule tournée vers l'ombilic, indiquée par M. Kunth (*Handb.* 412) comme un des caractères généraux des Solanées, famille à laquelle appartiennent les plantes dont il s'agit; ici par conséquent le parallélisme de l'embryon et du hile doit n'être qu'exceptionnel, et n'a point l'importance qu'il présente dans les Primulacées. J'ai décrit l'embryon comme parallèle à l'ombilic dans le *Pilocarpus spicata,* le *Tozzia,* le *Nierembergia graveolens,* le *Fabiana thymifolia;* mais je ne vois pas d'homogénéité parfaite dans les circonstances qui accompagnent ce caractère. La semence du *Pilocarpus spicata* est ovoïde et bien loin d'être peltée, elle est un peu comprimée, le périsperme manque, la radi-

(1) J'indique la graine du *Fabiana thymifolia* (*Plant. rem.* 220) comme étant cylindrique-globuleuse; par conséquent, il est vraisemblable que le plan de l'ombilic n'y est pas courbé, et comme, d'un autre côté, je dis l'embryon arqué, il me semble qu'il ne saurait y avoir ici un parallélisme parfait entre ce dernier et le hile. Mais de la botanique n'est pas de la géométrie rigoureuse. D'ailleurs, il se trouve toujours que le *Fabiana thymifolia* a l'embryon transversal, et, dans les Myrsinées à embryon courbé, il n'y a probablement pas plus de parallélisme rigoureusement exact que chez le *Fabiana thymifolia.* Je ne saurais assurer si ce que je viens de dire du défaut de parallélisme parfait dans cette dernière plante, est applicable au *Nierembergia graveolens*; mais je le soupçonne d'après la figure que j'ai publiée, et même d'après ma description.

cule est courte (1); celle du *Tozzia* a un périsperme, l'embryon y est droit, fort petit, et occupe dans le fruit la partie tout à fait supérieure du périsperme (2); dans les semences du *Nierembergia graveolens* et du *Fabiana thymifolia,* l'embryon est logé dans un périsperme, mais il est dorsal et n'est point droit. Il serait indispensable en général de ne pas se contenter de dire que l'embryon est transversal ou parallèle au plan de l'ombilic, mais d'examiner si le parallélisme n'est pas accompagné, dans deux plantes où on le décrirait, de circonstances qui font qu'il n'établit entre elles que peu de rapports, ou qu'il n'en établit point du tout.

Pour montrer la nécessité d'entrer dans ces détails, je vais exposer ce qui se passe dans une plante excessivement commune. Je crois pouvoir dire de l'embryon du *Veronica hede-*

---

(1) Une partie de ces caractères est prise dans la description du genre; mais il est vraisemblable que j'ai fait celle-ci, pour ce qui regarde la semence, d'après celle du *Pilocarpus spicata* lui-même.

(2) J'ai fait paraître sur le *Tozzia* un opuscule intitulé : *Mémoire sur le Tozzia,* imprimé parmi ceux du Muséum, vol. VII, p. 98. Le savant M. Don n'avait probablement pas eu l'occasion de parcourir ce mémoire ni d'analyser la plante, lorsqu'il a écrit (voy. *Ann. sc. nat.*, V, 80) qu'elle appartenait aux Orobanchées. En effet, il donne avec juste raison à ces dernières un ovaire uniloculaire et polysperme, une capsule uniloculaire, polysperme, 2-valve, des semences pariétales; et le *Tozzia* offre un ovaire 2-loculaire, à loges dispermes, des ovules attachés à la cloison, un fruit sous-drupacé et monosperme. J'ai montré que ce même genre ne devait point être éloigné du *Melampyrum*, et c'est dans son voisinage que tout récemment l'a placé M. Lindley (*Introd. nat. syst.*, 2e édit., 292), comme avaient fait aussi MM. Duby et de Candolle. (Note ajoutée au mois de juillet 1837.)

ræfolia qu'il est parallèle au plan de l'ombilic; je puis dire la même chose de celui des Primulacées, et pourtant il y a une grande différence entre ces embryons.

La graine du *V. hederæfolia* est assez grande, courtement elliptique, convexe et ridée du côté extérieur, profondément concave à la face; elle a peu d'épaisseur à cause de la profondeur de la cavité; ses bords reviennent un peu par-dessus cette même concavité, et enfin elle ressemble à une calotte dont les bords se replient vers le centre. De la ligne moyenne de la cavité s'élève un corps charnu-membraneux, fort large, comprimé, qui est plus reporté vers l'extrémité de la semence la plus voisine dans le fruit du fond du péricarpe, qui ne sort point de la cavité, et qui évidemment est le cordon ombilical. Mais ce cordon n'est pas le seul que je trouve dans la cavité; au-dessus de lui, c'est-à-dire, dans la partie de la cavité qui lui est supérieure dans le fruit, est un autre cordon ou filet beaucoup moins large que lui, mais pourtant d'une épaisseur assez sensible, séparé du premier par un intervalle assez large pour qu'on y fasse jouer la pointe d'une aiguille, malgré la gêne qu'oppose la cavité, et qui va se rattacher obliquement et fortement au sommet du gros cordon. Quand on a retranché les deux cordons, on voit que le plus large naissait d'une ligne élevée, ou, si l'on veut, d'une petite crête longue, et que le plus petit, rattaché à l'autre, prenait son origine d'un tubercule, et alors on peut juger que la distance qui sépare les deux cordons est assez considérable. Si j'ouvre la semence, je vois que l'embryon est logé dans une cavité d'un périsperme charnu-corné, laquelle cavité suit la courbure de la graine, et est parallèle à la ligne moyenne d'où naissent les deux filets, et

par conséquent au plan de l'ombilic; je vois que la radicule commence au-dessus du tubercule d'où part le petit filet, et est supère; que l'embryon s'étend entre les deux filets, et que les cotylédons aboutissent à un point qui correspondrait à peu près à la moitié, ou un peu moins, du plus gros (1).

Si, comme l'a dit M. Turpin, et comme le répète M. Lindley, la radicule doit toujours aboutir au micropyle (2), le tubercule d'où naît le plus petit filet chez le *V. hederæfolia* serait le micropyle. D'un autre côté, M. A. de Candolle avance que la radicule est toujours tournée vers l'endostome; si cette assertion est vraie, ce serait au même tubercule qu'é-

---

(1) Je ne sais si j'ai fait mes dissections sur aucune graine parfaitement mûre, mais je ne pense pas qu'il ait pu résulter, pour mes dissections, des différences essentielles de cette circonstance. Plus haut, en parlant du petit filet, je dis qu'il se *rattache* au plus gros. J'ai à peine besoin de faire sentir que cette expression est figurée; on peut au reste consulter une note que je joins au second alinéa après celle-ci, et où je reviens sur cette expression peu rigoureuse.

(2) M. Link dit (*Elem.*, 340) que le micropyle n'existe pas toujours. D'après M. Mirbel, l'exostome chez les Primulacées ayant rencontré le hile, cesse d'être apparent, et l'embryon, qui prend toujours naissance des parties intérieures, se trouve fixé loin de l'exostome. (2e *Mém. ovule*, 48). Peut-être n'y a-t-il de micropyle que quand l'exostome et l'endostome se correspondent et ne sont point séparés. Si, lorsque l'endostome est recouvert par l'accroissement des parties extérieures, l'exostome montrait une ouverture, cette ouverture, ce me semble, pourrait être prise pour le micropyle, et, dans ce cas, il serait faux que la radicule aboutît toujours à celui-ci; si tant est que cette même ouverture éloignée de l'endostome dût encore porter le nom de micropyle. Mais, au reste, j'ignore si le cas dont il s'agit peut réellement se présenter.

tait l'endostome. Mais, dans les Primulacées, où, d'après ce que j'ai dit plus haut, l'endostome a dû être recouvert par la partie extensible de la primine, et où l'exostome se confond avec le hile, il me semble qu'il ne doit pas y avoir de micropyle extérieur. Ainsi il me paraît évident que, quoiqu'il y ait parallélisme entre l'embryon et le plan de l'ombilic chez les Primulacées et le *Veronica hederæfolia*, l'ovule, chez ces plantes, a dû se développer d'une manière différente, et que les deux parallélismes ne sauraient se comparer. Il serait curieux, si je ne me trompe, de suivre les développements de l'ovule de la plante dont il s'agit, et de voir du quel des types indiqués par M. de Mirbel cet ovule se rapproche le plus.

Je vais dire ici ce que j'ai vu avec la simple loupe, mais à une époque déjà avancée. L'ovaire est biloculaire à loges dispermes. Dans une fleur nouvelle, ou peut-être un bouton, j'ai vu les quatre ovules suspendus, et, après la chute de la corolle, j'ai reconnu que la jeune semence était attachée tout à fait à la partie supérieure par le sommet tronqué (1), et non latéralement, et que sa face était moins lisse que le dos, et même tuberculeuse. Plus tard, j'ai reconnu qu'un corps mousseux s'était pour ainsi dire interposé entre l'ovule et le placenta, servant en quelque sorte au premier de cordon ombilical, et se prolongeant contre sa face dans toute sa longueur. Ensuite l'ovule se distingue bien sur le corps mousseux, et ressemble un peu alors à un champignon peu avancé avec

(1) Est-il tronqué aussitôt après la chute de la corolle? je ne veux pas l'assurer. Quand a-t-il commencé à être tuberculeux? l'était-il déjà avant l'anthère? c'est ce que j'ignore.

son pédicule. Après cela, le corps mousseux se dessine mieux, l'ovule prend sa forme de calotte, et un intervalle sépare les bords de ce dernier du corps mousseux, comme lorsque le chapeau du champignon s'écarte de son pied; c'est uniquement, ce m'a semblé, par la partie supérieure qu'est attaché à l'ovaire le corps mousseux, qu'on ne peut alors s'empêcher de prendre pour un cordon ombilical. A cette époque, j'ai déjà vu un petit espace entre le filet supérieur et le gros filet sur lequel le premier figure une espèce d'anse. Plus tard encore, la semence est formée; les deux filets se distinguent parfaitement; l'on voit que le petit se rattache obliquement au premier; c'est toujours par la partie supérieure qu'a continué à être attaché le cordon ombilical, et la portion qui le fixe n'est pas mousseuse comme ce qui se trouve au-dessous. Dans une semence formée, il me semble que la partie par laquelle elle était attachée était une sorte d'empâtement tuberculeux, ou mieux peut-être caronculeux, dans lequel aboutirait le petit filet et où viendrait peut-être aboutir une partie axile et plus solide du cordon ombilical (1). Le petit filet serait-il plus immédiatement en rapport avec la fécondation que le gros? Cela ne me paraît pas invraisemblable, surtout si je jette les yeux sur une figure où M. Brongniart a montré la fécondation du *Cucubita Pepo*. Au reste j'abandonne aux naturalistes qui veulent s'occuper de ce genre d'observations, ce que je laisse ici

(1) Je me sers ici du mot *aboutir*, comme plus haut j'ai employé celui de se *rattacher*, en parlant du petit filet relativement au plus gros. Ces expressions sont figurées. Je ne pense pas qu'il y ait des limites bien tranchées; mais je ne sais non plus jusqu'à quel point il y a continuité, ni si elle est parfaite.

de douteux et d'imparfait. J'ai dit ce que j'ai cru voir ; en multipliant les dissections, et se servant de verres qui grossissent beaucoup, ils feront probablement d'autres découvertes, et rectifieront ce qu'il y a peut-être de vague et d'erroné dans les miennes (1).

---

(1) « A la maturité.... chaque loge, » a dit feu le respectable M. Duvau (*Cons. Veron. in Ann. sc. nat.*, 1re série, vol. VIII, p. 167), « contient deux graines « dépourvues... de podosperme et attachées au haut du placenta, contre lequel « leur face inférieure est appliquée. Ces graines sont rondes et creusées en « forme d'ombilic ; chacune d'elles est réunie au fond d'une membrane circu- « laire qui en occupe le milieu, et s'élève jusqu'au milieu de ses bords. D'un « autre côté, le hile se prolonge parallèlement à la graine sous la forme « d'un corps cylindrique, terminé à son extrémité par deux ou trois glo- « bules à moitié renfermés dans la membrane, et qui fixent la graine au « placenta. » Ce passage est bien confus ; cependant la figure de l'auteur semble prouver qu'il avait vu ce qui est, sans bien s'en rendre compte. Sa membrane partant du fond de la loge est, d'après sa figure et les explications qu'il en donne, le cordon ombilical que j'ai vu s'étaler à sa base libre, dans une ou probablement plutôt plusieurs graines revenues dans l'eau. Ce que l'auteur appelle le hile est le micropyle, et sa figure prouve qu'il a bien distingué le filet qui, partant de ce point, va se rattacher au gros cordon ombilical. Enfin, les deux ou trois globules qui terminent le hile sont la partie caronculeuse du funicule. — M. Duvau dit que les semences sont attachées au haut du placenta. Il a raison sur ce point ; du moins je crois l'avoir remarqué sur des ovules fort avancés. Après avoir parlé, dans ma description, de l'instant où le corps mousseux se dessine mieux, et où les bords de l'ovule s'en séparent, j'ajoute que c'est uniquement par la partie supérieure qu'est attaché le corps mousseux, et bientôt après j'ajoute encore qu'à cette époque j'ai vu un petit intervalle entre les deux filets. Je présume que j'ai voulu dire que l'intervalle se voit à l'époque où le corps mousseux, mieux dessiné, se sépare du bord de l'ovule ; mais je ne saurais assurer que ce soit précisément à cette même époque qu'on puisse commencer à reconnaître que le corps mousseux est attaché par sa partie supérieure.

Il est assez vraisemblable que les phénomènes qui se sont offerts à moi dans le *V. hederæfolia* se retrouvent dans le *V. cymbalariæfolia* qui ressemble tant au *V. hederæfolia,* et où M. Duvau dit avoir rencontré les mêmes caractères pour ce qui regarde le placenta, le nombre et la structure des graines (*Consid. Ver. in Ann. sc.* 1re *série,* vol. VIII, p. 167). Quant aux autres *Véroniques,* il serait intéressant de suivre pas à pas le développement de la semence de quelques-unes d'entre elles, pour savoir jusqu'à quel point elles s'éloignent ou se rapprochent de l'*hederæfolia.* Ce qu'il y a de certain, c'est que si j'ouvre l'ovaire du *Veronica agrestis,* j'y trouve plusieurs ovules et non deux, et que, dans un ovaire déjà avancé, je reconnais un cordon ombilical placé en dehors de l'ovule et occupant un intervalle entre sa base et le placenta. Voilà quelques différences; mais je n'irai pas ici plus loin (1). Au reste, ce que j'ai dit du *V. hederæfolia* ne nous sera pas peut-être inutile dans l'application.

---

(1) Dans les *Veronica arvensis*, L., et *chamædrys*, L., un placenta proéminent s'avance dans chaque loge, du sommet de la cloison, et des ovules y sont attachés sur un ou deux rangs, formant un demi-cercle, de manière que l'ovule le plus inférieur a sa base tout à fait dirigée vers le sommet de l'ovaire. Les mêmes caractères se retrouvent dans le *V. officinalis*, L., avec cette différence que le placenta naît un peu au-dessous du milieu de la cloison. C'est au milieu même de cette dernière que le *V. serpillifolia*, L., a son placenta. Dans le *V. acinifolia*, L., les ovules sont attachés sur plusieurs rangs. Les placentas hémisphériques des *V. Beccabunga*, L., et *Anagallis*, L., partent du milieu de la cloison, qu'ils cachent entièrement ou presque entièrement, et sont couverts d'ovules nombreux. Les ovules du *V. scutellata*, L., sont fixés sur deux rangs à des placentas nés du milieu de la cloison. Le placenta du *V. spuria* (ex Hort. Par.) est très-large, hémisphérique et chargé de nombreux ovules. Les ovules sont également nombreux chez

Louis-Claude Richard paraît avoir eu l'idée de former une famille des *Mélampyracées,* dans laquelle la graine serait ascendante et l'embryon antitrope ou dirigé en sens contraire de la graine (*An. Fr.* 46). Moi-même j'ai écrit autrefois que « si le *Tozzia* restait... dans la famille des Scrophu- « larinées *Br.*..., il était clair qu'il faudrait le placer près « des genres dont les ovules sont en nombre déterminé « (*Mélampyracées,* Rich). » (*Mem. plac.* 6) (1); enfin j'ai dit ailleurs (*même Mémoire*) « qu'on trouverait parmi les « Scrophularinées une section très-naturelle dans les genres « à semences en nombre déterminé; » puis j'ai ajouté « qu'elle « avait déjà été indiquée, en passant, par le savant Richard, sous « le nom de *Mélampyracées* (2). » Bien plus récemment, M. Lindley a fait reparaître la famille des *Mélampyracées* de Richard sous le nom de *Rhinanthacées* (3), et il s'exprime

---

les *V. maritima*, *longifolia* et *hybrida* (ex Hort. Par.), mais le placenta est oblong. Dans le *V. fruticulosa* (ex Hort. Par.), les ovules sont moins nombreux, et le placenta assez petit, hémisphérique et attaché au sommet de la cloison. Les *V. latifolia*, *melissæfolia*, *montana*, *chamæpithyoides* (ex Hort. Par.), ont des placentas oblongs et des ovules peu nombreux. Chez le *V. Alpina*, L., des ovules extrêmement petits, très-nombreux, sont attachés dans chaque loge à un placenta oblong qui occupe le milieu de la cloison. Dans plusieurs espèces, j'ai remarqué que le placenta dépasssait son point d'attache sur la cloison, et je présume qu'il en est de même dans toutes.

(1) J'ai déjà dit que j'avais donné des détails spéciaux sur cette plante dans un mémoire inséré dans la collection de ceux du Muséum, vol. VIII.

(2) Quand j'ai écrit ce qui est cité ici de mon Mémoire sur le placenta, j'étais bien loin, je pense, d'avoir fait des comparaisons suffisantes.

(3) M. Lindley dit : « *The Rattle tribe* (Rhinantheæ), *the Figwort* « *tribe* (Scrophularineæ), » comme il dit : « *The Umbelliferous tribe* (Um- « belliferæ) et *Cruciferous tribe* (Cruciferæ). » Je crois qu'en français nous devons ici traduire *tribe* par *famille.*

ainsi : « Elle se distingue des Scrophularinées par un em-« bryon inverse ou hétérotrope, des semences généralement « ailées et en petit nombre, souvent définies, et des brac-« tées dilatées et foliacées. » (*Introd. nat. syst.* 230); mais, d'après ce que dit ailleurs le savant auteur anglais, il est clair qu'il n'admet comme différence essentielle entre ses *Scrophularinées* et ses *Rhinanthacées,* que le port, et dans les premières un embryon orthotrope, et dans les secondes un embryon antitrope ou hétérotrope. D'après cela, où placerions-nous les *Véroniques?* M. Lindley les range dans ses *Scrophularinées* à embryon orthotrope. Mais on a vu plus haut que les cotylédons du *V. hederæfolia* étaient rapprochés du hile sans y aboutir, et que la radicule était tournée vers le sommet de la semence; par conséquent cette plante n'a pas un embryon orthotrope et n'appartiendrait pas aux *Scrophularinées.* Cependant j'ai reconnu un embryon certainement orthotrope dans les *V. officinalis,* L. et *acinifolia,* L. (1). Ainsi nous aurions chez le même genre les caractères de deux familles différentes, et par conséquent la distinction principale de ces familles disparaîtrait. De là il faut, ce me semble, conclure que la famille des *Scrophularinées* et celle des *Rhinanthacées,* telles qu'elles sont proposées par M. Lindley, ne sauraient être admises, peut-être même comme sections (2).

---

(1) Ces plantes, comme aussi le *V. anagallis*, L., ont des semences comprimées (Rich), et par conséquent fort différentes de celles du *V. hederæfolia* qui sont déprimées (Rich).

(2) Depuis que ceci a été écrit et même publié dans les *Annales des sciences naturelles*, vol. V, 223, je vois dans la deuxième édition du brillant ouvrage de M. Lindley, intitulée : *Natural system of botany*, qu'il a été

Quoi qu'il en soit, il serait possible qu'il y eût de l'analogie entre les phénomènes que j'ai signalés dans le *V. hederæfolia* (1) et ceux qui doivent s'opérer dans les Rubiacées verticillées, où, si je ne me trompe, il y a aussi parallélisme. Dans mon ouvrage intitulé : *Histoire des plantes les plus remarquables*, etc., j'annonçais (p. 230) le projet de faire connaître, dans un mémoire, l'organisation singulière de l'ovaire et du fruit des Rubiacées verticillées, et j'ajoutais que les principaux traits de cette organisation se trouvaient déjà ébauchés dans la description du *Rubia noxia*. Une description spéciale d'une plante exotique a pu bien facilement échapper aux botanistes. Je vais donc traduire ici ce qui est relatif au sujet qui m'occupe en ce moment : « Ovaire biloculaire, à loges monospermes ; « *ovules hémisphériques, convexes au dos, concaves à la*

---

amené par les savantes observations de M. Bentham à ne plus admettre les Rhinanthacées que comme une tribu des Scrophularinées. (Note ajoutée en juillet 1837.)

(1) Il en est un que je n'ai pas indiqué dans le cours de ce mémoire, et que je ferai connaître encore. On sait que M. Mirbel avait vu que, dans l'*Avicennia*, il n'y avait pas de tégument propre, et réellement il était impossible de croire qu'il y en eût un, avant d'avoir, comme je l'ai fait en Amérique, suivi les développements successifs de l'ovule. (Voyez mon *Second mémoire sur le placenta central libre* dans les *Mém. Mus.* IV, 391). Mais si la graine de l'*Avicennia* a véritablement un tégument, je dois dire que je n'ai pu en découvrir aucun chez le *Veronica hederæfolia*, même dans des graines qui avaient trempé plusieurs jours dans l'eau, et la surface extérieure m'a paru formée par le périsperme lui-même. Cette observation est fort extraordinaire sans doute ; mais plus on étudie les plantes, plus on est tenté de croire à la réalité d'un principe formulé à peu près comme il suit par Henri de Cassini : Il n'y a dans la nature végétale d'autre loi constante que celle qui veut qu'il n'y en ait pas une sans exception.

« *face, attachés à un placenta proéminent, presque glo-*
« *buleux, qui naît du milieu de la cloison* (1) *et remplit*
« *la partie concave de l'ovule.* Baie.... disperme. *Semences*
« adhérentes au péricarpe, *convexes au dos, concaves à*
« *la face; ombilic placé au milieu de la face concave de*
« *la semence.* Périsperme corné. *Embryon* dorsal, *con-*
« *forme par sa courbure à celle de la semence; parallèle*
« *à l'ombilic....* radicule inférieure par rapport au fruit. »
Dans la semence adhérente des *Galium*, en général, on ne trouve pas le dos convexe et la face concave, ce qui rappelle la structure du *V. hederæfolia.* J'abandonne aux botanistes cette comparaison et la suite des recherches auxquelles elle peut conduire, observant cependant qu'il est très-vraisemblable que le micropyle est, chez les *Rubiacées verticillées*, placé en sens contraire de celui du *V. hederæfolia*, puisque, chez les premiers, la radicule est infère (Lindl. *Intr. nat. syst.* 202).

Avant de terminer ce travail, je dirai quelques mots des expressions dont je me suis servi pour indiquer la position embryonale qui m'a particulièrement occupé. En parlant des Primulacées, M. Brown s'est servi de ces mots : *Embryo umbilico parallelus;* et lorsqu'il a tracé les caractères des Myrsinées, il a dit : *Embryo respectu umbilici transversus.* Ici j'ai employé les expressions d'*embryon transversal* et *d'embryon parallèle au plan de l'ombilic.* Les dernières sont rarement peut-être mathématiquement exactes, mais du moins elles sont précises; tandis qu'il

(1) Il serait bon de rechercher dans les *Galium*, si ce que j'appelle ici un placenta proéminent, n'est pas un cordon ombilical, à peu près comme dans le *V. hederæfolia.*

me semble que les autres sont tout à fait vagues, et je crois que l'on fera bien de les rejeter (1).

Je suis arrivé à fin de la tâche que je m'étais proposée. Je soumets entièrement mes observations aux botanistes qui voudront les répéter, et qui peut-être iront beaucoup plus loin que moi (2).

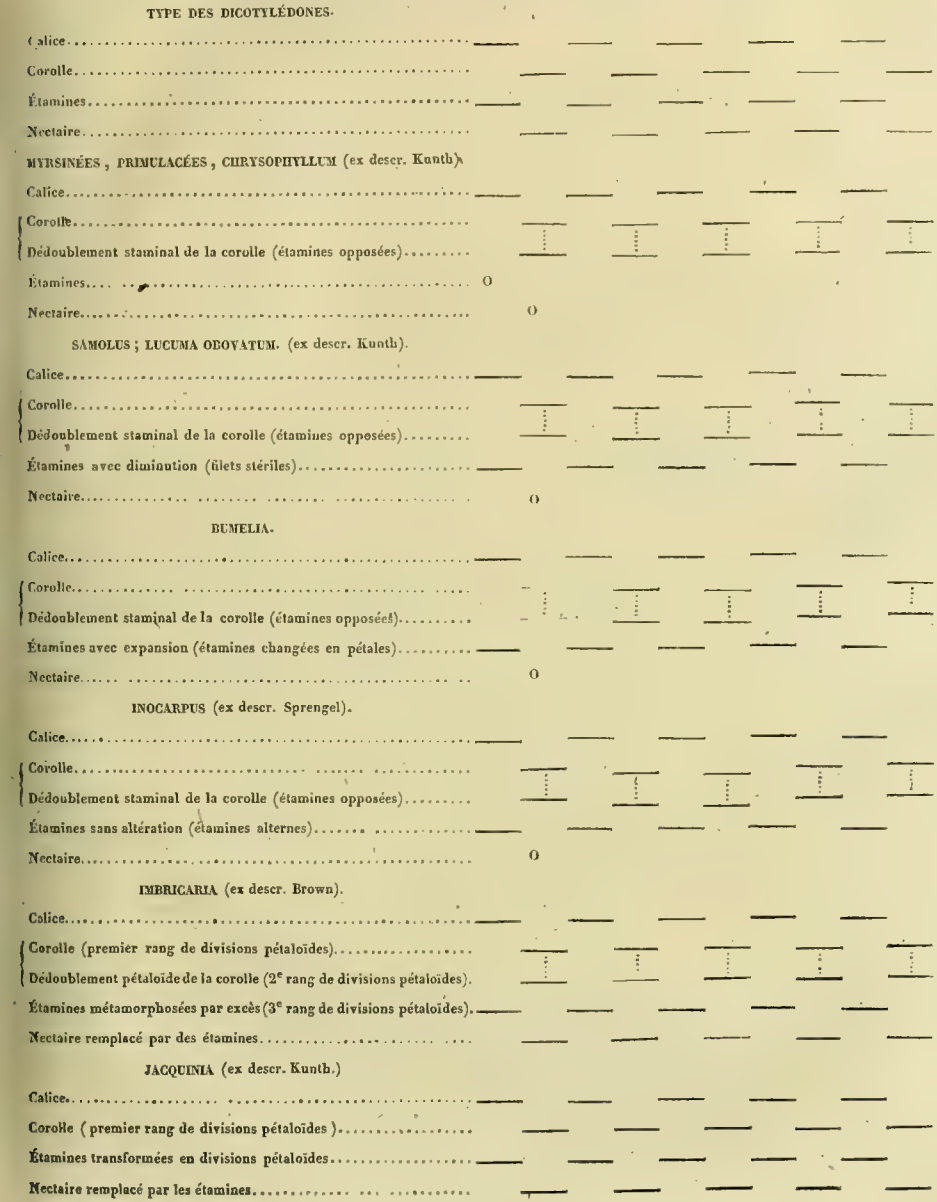
Montpellier, au commencement du printemps 1836.

---

(1) Il est de mon devoir de répéter que je connais le travail de M. Alph. de Candolle sur les Myrsinées, uniquement par le morceau inséré dans les *Annales des sciences naturelles*, 2^e^ *série*, vol. II, p. 285, comme je ne connais ce qui a été écrit par M. Blume sur la même famille et *l'Ægyceras*, que par l'article inséré dans le même ouvrage, *l. c.*, p. 89. — M. Richard (*Voyage de la Coquille*) n'est point d'accord avec M. Brown sur l'organisation de l'ovaire de l'*Ægyceras;* mais il est possible qu'il soit tombé sur des fleurs avortées ou sur des ovaires très-avancés, dans lesquels la vérité était déguisée par le seul ovule qui a coutume de grossir. M. Blume a vu les mêmes choses que Brown. M. Decaisne a dessiné un placenta central couvert d'ovules, et voici ce que j'ai observé moi-même, depuis que mon mémoire a été écrit : l'ovaire est 1-loculaire; il y existe un placenta central, charnu, étroit, allongé-conique, terminé par une petite pointe qui ne peut être que la base d'un filet communiquant de l'ovaire avec l'intérieur du style; la base du placenta est creuse, et, comme chez les Primulacées, un pédicule est enfoncé dans la cavité; des ovules fort nombreux couvrent le placenta, si ce n'est à sa base qui est nue. Dans un ovaire fort avancé, j'ai vu le seul ovaire qui se développe déjà très-grand, il était appliqué en manière de bouclier contre le placenta, et dépassait déjà celui-ci, sur lequel j'ai retrouvé le filet et un grand nombre d'ovules qui, quoique avortés, avaient pourtant pris de l'accroissement depuis l'épanouissement de la corolle, et m'ont paru dressés ou ascendants et imbriqués. (Observations ajoutées en juillet 1837.)

(2) Pour rendre plus facile à comprendre la comparaison que j'ai faite dans le paragraphe I^er^ de l'androcée, chez les Sapotées et les Myrsinées, je joins ici un tableau qui la présente d'un seul coup d'œil :

TABLEAU COMPARATIF DE L'ANDROCÉE DANS LA FLEUR-TYPE AVEC CELUI DES PRIMULACÉES, DES MYRSINÉES ET DES SAPOTÉES.



EXPÉRIENCES

TOUCHANT

L'ACTION DE L'ÉMÉTIQUE

(TARTRATE DE POTASSE ET D'ANTIMOINE)

SUR

LES ANIMAUX RUMINANTS.

TROISIÈME MÉMOIRE SUR LE MÉCANISME DE LA RUMINATION;

Lu le 25 février 1833.

(Voyez, pour les deux premiers mémoires, le tome XII des *Mémoires de l'Académie*, p. 483 et 531.)

PAR M. FLOURENS.

§ I.

1. On a vu, par mes précédentes expériences sur le *mécanisme de la rumination*, que le *vomissement propre* des animaux ruminants diffère essentiellement du *vomissement* des animaux ordinaires, en ce que, au lieu d'être, comme celui-

ci, une *réjection confuse et en masse,* il constitue, au contraire, une *réjection* qui ne s'opère que par *portions réglées et détachées.*

2. On va voir, par les expériences qui suivent, qu'une différence non moins essentielle entre cette *réjection* réglée et déterminée, d'une part, et le *vomissement* ordinaire, de l'autre, consiste en ce que ce n'est pas des mêmes estomacs, c'est-à-dire des mêmes organes immédiats, que l'un et l'autre de ces deux phénomènes dépendent.

3. La *réjection* des animaux ruminants et le *vomissement* des animaux ordinaires sont donc deux phénomènes essentiellement distincts. Ils diffèrent par leur *nature;* ils diffèrent par leurs *organes;* et ce sont là deux points sur lesquels les expériences qui suivent touchant l'*action de l'émétique sur les animaux ruminants,* ne sauraient, je crois, laisser aucun doute.

4. Ces expériences montrent : 1° que l'*émétique* a sur les animaux ruminants une action constante et déterminée; 2° que ce n'est pas sur tous les estomacs indifféremment, mais sur l'un d'eux en particulier, que porte cette action constante et déterminée; et 3° que c'est précisément par cette spécialité d'action sur un estomac donné, que s'explique cette difficulté qui a si longtemps embarrassé les physiologistes et les vétérinaires, savoir, pourquoi des animaux qui *régurgitent* si facilement ne *vomissent,* au contraire, qu'avec une peine extrême, ou même ne *vomissent* point.

§ II.

1° *Détermination de l'action de l'émétique sur les animaux ruminants.*

1. On sait depuis longtemps, et surtout depuis les expériences de Daubenton, de Gilbert, de M. Huzard, que l'*émétique,* à quelque haute dose qu'il soit donné aux animaux ruminants, ou ne produit aucun effet sensible, ou du moins ne produit que des effets qui ne vont pas jusqu'au *vomissement.*

2. Daubenton donna à un mouton quatre grains d'*émétique* en bol, et à un autre, la même dose en lavage; et, de plus, il augmenta cette dose, de deux jours l'un, de quatre grains. Or, l'*émétique* en bol ne produisit aucun effet sensible, même à la dose de trente-six grains; quant à l'*émétique* en lavage, il causa, à la dose de trente-deux grains, des symptômes très-graves, mais le mouton ne *vomit* pas (1).

3. Gilbert donna jusqu'à trois gros d'émétique à une brebis, quatre gros à une autre, et six gros à une troisième; et, dans aucun de ces cas, il n'y eut aucun effet sensible (2).

4. M. Huzard a donné d'abord trente-six grains d'*émétique,* comme Daubenton; il a *successivement quadruplé ensuite cette dose,* et il n'a jamais produit de *vomissement* (3).

---

(1) Daubenton : *Sur les remèdes purgatifs bons pour les bêtes à laine.*

(2) *Feuille du cultivateur,* t. VII.

(3) *Annales d'agriculture,* t. XXXI, an 1807.

5. Donc l'*émétique,* à quelque haute dose qu'il soit porté chez les moutons, ou ne produit aucun effet sensible, ou du moins, et comme je l'ai déjà dit, ne produit que des effets qui ne vont pas jusqu'au *vomissement.*

6. Tel est le résultat des expériences de Daubenton, de Gilbert (1), de M. Huzard (2); et tel, à peu près, a été aussi le résultat des miennes, tant que je me suis borné à administrer l'*émétique* par la simple déglutition. Mais il n'en a plus été ainsi dès que, au lieu de le faire avaler à l'animal, je l'ai injecté dans ses veines; car, dans ce cas, les effets ont été aussi prompts qu'énergiques, quoiqu'il n'y ait jamais eu pourtant de *vomissement.*

§ III.

1. J'injectai, dans la veine jugulaire d'un mouton, dix grains d'*émétique* (*tartrate de potasse et d'antimoine*) dissous dans l'eau. A peine quelques minutes s'étaient-elles écoulées que l'animal parut excessivement essoufflé; bientôt survinrent quelques légers efforts de *vomissement,* et ces efforts devinrent de plus en plus violents. L'animal était gonflé; il grinçait des dents; il écumait; à chaque violent effort on eût dit qu'il allait vomir, ou même qu'il avait vomi, si je puis ainsi dire, *intérieurement;* car on le voyait, après chacun de ces efforts, comme occupé à *ravaler* pendant quelques instants.

---

(1) *Feuille du cultivateur*, t. VII.

(2) *Annales d'agriculture*, t. XXXI, an 1807.

Ces efforts de vomissement durèrent à peu près une heure; mais il n'y eut jamais aucune *réjection de matières,* c'est-à-dire aucun *vomissement réel et effectif.*

2. J'ai répété cette expérience sur plusieurs autres moutons, en variant la dose de l'*émétique,* depuis quatre grains jusqu'à vingt. Dans tous ces cas, il y a eu des efforts plus ou moins violents de *vomissement,* mais, dans aucun, il n'y a eu de *vomissement.*

3. Ainsi donc, même injecté dans les veines, et injecté à haute dose, l'*émétique* se borne, chez les moutons, à produire des efforts de *vomissement,* et il ne produit pas de *vomissement.*

4. D'une part donc, l'*émétique* a, sur les moutons, la même action excitatrice des efforts de vomissement (1) qu'il a sur

(1) La *force excitatrice du vomissement* dépend essentiellement du système nerveux. Dans mes nombreuses expériences sur l'*ablation des lobes* ou *hémisphères cérébraux,* j'ai remarqué que, chez les pigeons, l'ablation de ces lobes provoque le vomissement, lorsque le jabot est plein; cette même ablation, opérée de même pendant la plénitude du jabot, est, au contraire, suivie, chez les poules et les coqs, de la défaillance de l'animal; on ne prévient sa mort qu'en ouvrant immédiatement le jabot pour le vider. Dans ces deux cas, l'ablation des lobes cérébraux réagit donc sur l'estomac; mais, dans l'un, elle provoque le vomissement, et, dans l'autre, la défaillance.

Si, sur un animal vivant, on irrite le nerf de la huitième paire (nerf pneumo-gastrique), on voit l'œsophage, mis à nu, se resserrer en certains points, se gonfler en d'autres, en un mot, se contracter, se mouvoir. Sur les moutons, en particulier, on voit l'ouverture cardiaque de l'œsophage se resserrer et se contracter, ainsi que les bords du demi-canal.

Les deux nerfs de la huitième paire étant coupés, sur un mouton, il ne

les autres animaux, et, de l'autre, il ne produit pourtant pas chez eux de *vomissement;* et cette dernière circonstance ne peut évidemment tenir qu'à la disposition particulière des organes immédiats, c'est-à-dire des estomacs, sur lesquels cette action excitatrice porte. Tout se réduit donc à savoir quel est, ou quels sont, parmi ces divers estomacs des animaux ruminants, celui ou ceux sur lesquels l'*émétique* agit.

§ IV.

2° *Détermination de l'estomac sur lequel l'*ÉMÉTIQUE *porte son action, dans les animaux ruminants.*

1. On a vu, par mes précédentes expériences sur le *mécanisme de la rumination*, que c'est aux *anus artificiels*, pratiqués successivement à chacun des quatre estomacs, que j'ai dû la détermination du rôle particulier que chacun de ces estomacs joue dans ce mécanisme.

2. C'est à ces mêmes *anus artificiels* que j'ai dû la détermination de l'estomac sur lequel l'*émétique* agit.

3. En effet, quand on pratique un *anus artificiel* à l'un ou à l'autre des trois premiers estomacs, on n'observe que les

---

rumine plus; à peine si quelquefois il essaye de manger; il n'avale pas; il reste immobile; sa respiration devient gênée, laborieuse; il menace de suffoquer à chaque instant, et ne survit quelques jours, dans cet état pénible, qu'autant qu'on lui ouvre la trachée-artère, etc., etc. Je réserve pour un mémoire particulier les résultats de mes expériences touchant l'action du système nerveux sur la *rumination.*

phénomènes généraux et relatifs à la *rumination* que j'ai décrits dans mes précédents mémoires.

4. Mais il n'en est pas de même pour la *caillette;* car à peine y a-t-on pratiqué une ouverture, que les replis lâches et mous de son intérieur tombent au dehors en se déroulant, et que l'animal ne tarde pas à être pris d'un essoufflement profond; essoufflement tout à fait pareil à celui que l'on voit succéder à l'injection de l'*émétique* dans les veines, et qui, pour plus de parité encore, s'accompagne bientôt de tous les autres symptômes de ce dernier essoufflement, c'est-à-dire, du gonflement de l'abdomen, du grincement des dents, de l'écume à la bouche, et enfin de véritables efforts de vomissement, quoique moins violents que dans le cas de l'injection de l'*émétique.*

5. Voilà donc un estomac donné, et un estomac seul parmi tous les autres, dont la lésion directe, dont la lésion mécanique amène et provoque les mêmes symptômes que l'action même de l'*émétique.*

6. Ainsi donc la *lésion mécanique* de la *caillette* produit les mêmes effets que l'*injection de l'émétique dans les veines;* c'est donc sur cet estomac même, et sur cet estomac seul parmi tous les autres, que porte l'action de l'*émétique.*

§ V.

3° *Détermination des conditions organiques qui rendent le* VOMISSEMENT *si difficile chez les animaux ruminants.*

1. Or, ce point établi, savoir, que c'est sur la *caillette,* et sur la *caillette* seule, que l'*émétique* agit, rien n'est plus aisé

que d'expliquer pourquoi la *régurgitation* est si facile chez ces animaux, et pourquoi le *vomissement,* au contraire, y est si difficile. C'est que, comme je l'ai déjà dit, ce n'est pas par les mêmes estomacs, c'est-à-dire, par les mêmes organes immédiats, que l'un et l'autre de ces deux phénomènes s'opèrent.

2. En effet, on a vu, par mes précédentes expériences sur la *rumination*, que les deux premiers estomacs seuls concourent immédiatement, soit par eux-mêmes, soit par l'appareil particulier qu'ils contiennent (1), à la *régurgitation* ou retour à la bouche *des aliments;* et l'on vient de voir, par ces expériences touchant l'*action de l'émétique,* que ce n'est ni sur l'un ni sur l'autre de ces deux estomacs, mais sur la *caillette,* c'est-à-dire, sur un estomac qui précisément ne concourt pas à la *régurgitation,* que cette action porte.

3. Les estomacs de la *régurgitation* et ceux du *vomissement* ne sont donc pas les mêmes; et cela seul suffit pour expliquer pourquoi l'un de ces phénomènes est si facile, et l'autre, au contraire, si difficile.

4. Plus on examine, en effet, la structure, et des deux premiers estomacs, et du demi-canal, et de l'œsophage, etc., c'est-à-dire, de toutes les parties qui, comme l'ont montré mes précédentes expériences, concourent immédiatement à la *régurgitation* ou retour à la bouche *des aliments,* plus on voit que tout y est disposé pour faciliter et déterminer cette *régurgitation.*

---

(1) Appareil auquel le *feuillet* lui-même concourt, mais seulement par son ouverture, laquelle, au moment de la *régurgitation*, se contracte et se ferme. *Voyez* mes précédents mémoires déjà cités.

5. Tout est disposé, au contraire, dans la *caillette* pour rendre plus ou moins difficile le *vomissement*, ou le retour à la bouche des matières qu'elle contient. D'abord, cet estomac est le dernier de tous; il faudrait donc que, pour revenir à la bouche, les matières qu'il contient traversassent tous les autres estomacs. Ensuite il y a, à l'ouverture par laquelle il communique avec le *feuillet*, un repli plus ou moins marqué, repli qui fait, jusqu'à un certain point, fonction de valvule, et qui s'oppose ainsi, plus ou moins, au retour ou à la rétrogradation des matières (1); de plus, la *caillette*, pressée par les muscles abdominaux et le diaphragme, ne peut se contracter sans que les autres estomacs, et par conséquent le *feuillet*, se contractent aussi, et celui-ci ne peut se contracter sans que son *ouverture supérieure* se ferme, comme je l'ai précédemment montré; enfin, la *caillette* étant le plus mou, le plus lâche, le moins résistant des quatre estomacs, il s'ensuit que la compression des muscles abdominaux et du diaphragme portera toujours beaucoup plus sur ceux-ci, surtout sur les deux premiers, que sur elle.

6. Tout est donc disposé, dans les animaux ruminants, pour rendre la *réjection* des deux premiers estomacs facile; et tout y est disposé, au contraire, pour rendre la *réjection* du dernier, c'est-à-dire le véritable *vomissement*, difficile.

(1) J'ai souvent rempli d'eau la caillette, après la mort de l'animal; puis j'ai lié l'*ouverture pylorique* ou inférieure, et j'ai toujours vu alors qu'un léger effort m'a suffi pour faire repasser l'eau, par l'*ouverture supérieure*, de la *caillette* dans le *feuillet*. Cette espèce de repli valvulaire n'est donc pas un obstacle *absolu*, mais un obstacle qui concourt avec tous les autres pour rendre plus ou moins difficile la *réjection par la caillette*.

7. Je ne dis pas *impossible*, car quelques auteurs assurent avoir vu des animaux ruminants *vomir*.

8. Il y a pourtant sur ces cas de *vomissement*, d'ailleurs très-rares, rapportés par ces auteurs, deux remarques à faire : la première, c'est que ces cas de *vomissement* dépendaient presque toujours de quelque maladie, c'est-à-dire, de quelque altération qui pouvait avoir changé les rapports naturels des parties; et la seconde, c'est que dans ces cas mêmes, et d'après les expressions des auteurs qui les rapportent, tout montre que c'était de la *panse*, et non de la *caillette*, que venaient les matières rejetées, et par conséquent que c'était là non un véritable *vomissement*, c'est-à-dire, une *réjection de la caillette*, mais une simple *réjection ordinaire*, quoique *viciée*, de la *panse*.

§ VI.

1. En résumant tout ce qui précède, on voit :

1° Que l'*émétique* produit sur les moutons les mêmes effets généraux (c'est-à-dire, la même action excitatrice de toutes les puissances qui provoquent ou déterminent le *vomissement*) que sur les animaux ordinaires;

2° Que parmi les divers estomacs des animaux ruminants, c'est sur la *caillette*, c'est-à-dire, sur celui-là même qui, seul parmi tous ces estomacs, répond par sa structure, comme par ses fonctions, à l'estomac simple des animaux ordinaires, que l'*émétique* porte son action;

3° Que c'est à la disposition particulière et tout opposée de cet estomac par rapport à ceux de la *régurgitation*, que tiennent, d'une part, la facilité que les animaux ruminants

ont de *régurgiter,* c'est-à-dire, de *rejeter* ou de ramener à la bouche les matières contenues dans les deux premiers estomacs; et, de l'autre, la difficulté qu'ils ont de *vomir*, c'est-à-dire, de *rejeter* ou de ramener à la bouche les matières contenues dans le quatrième.

2. Et maintenant, si l'on se rappelle que ce quatrième estomac est celui où se fait la conversion définitive de l'aliment en *chyme,* celui qui contient les matières *ruminées,* les matières qui, par conséquent, ne doivent plus revenir à la bouche, tandis que les deux premiers estomacs, au contraire, sont ceux où l'aliment ne subit qu'une certaine *préparation*, ceux qui ne contiennent que les matières *non ruminées*, les matières qui, par conséquent, doivent revenir à la bouche, on verra tout de suite pourquoi tout devait être disposé et pour rendre difficile le *vomissement* ou la *réjection* du quatrième estomac, et pour faciliter, au contraire, le *vomissement* ou la *réjection* des deux premiers.

3. Il est évident en effet que, sans cette disposition opposée des deux premiers estomacs au quatrième, par rapport au *vomissement,* les matières *ruminées* du quatrième eussent été constamment mêlées, confondues et ramenées à la bouche avec les matières *non ruminées* des deux premiers; confusion et mélange que tout a précisément eu pour objet de prévenir dans le *mécanisme de la rumination,* comme l'ont montré mes précédentes expériences.

4. Il me reste plusieurs questions à examiner encore touchant les modifications si remarquables et si singulières de la *fonction digestive* dans les animaux ruminants; je renvoie l'examen de ces questions à d'autres mémoires.

RECHERCHES CHIMIQUES

SUR

LA TEINTURE,

PAR M. CHEVREUL.

CINQUIÈME MÉMOIRE.

DES CHANGEMENTS QUE LE CURCUMA, LE ROCOU, LE CARTHAME, L'ORSEILLE, L'ACIDE SULFO-INDIGOTIQUE, L'INDIGO, LE BLEU DE PRUSSE, ET AUTRES MATIÈRES COLORANTES FIXÉES SUR LES ÉTOFFES DE COTON, DE SOIE ET DE LAINE, ÉPROUVENT DE LA PART DE LA CHALEUR ET DES AGENTS ATMOSPHÉRIQUES.

Lu à l'Académie des Sciences, le 7 août 1837.

1. Pour apprécier les effets de la chaleur sur les étoffes teintes, il faut distinguer le cas où cet agent agit seul, et le cas où il agit concurremment avec quelque corps dit pondérable, tel que l'eau, soit liquide, soit à l'état de vapeur, l'oxygène, etc., etc.

A. Cas ou la chaleur agit seule.

2. D'après ce qu'on sait des propriétés physiques et chimiques des composés d'origine organique en général, et des propriétés des étoffes et des matières tinctoriales, on peut déjà apercevoir que la chaleur, ou, ce qui est la même chose, une élévation de température, pourra produire sur les étoffes teintes des changements qui seront passagers ou des changements qui seront permanents.

I. *Changements passagers.*

3. Elle pourra modifier plus ou moins la couleur des matières sans en altérer la composition, de sorte que la modification disparaîtra par le refroidissement avec la cause qui l'a produite, ainsi que cela arrive au protoxyde de plomb, au peroxyde de mercure, etc., à l'hématine dissoute dans l'eau.

La modification pourra être due à un changement de position, soit un simple écartement ou rapprochement des particules, soit un changement de position dans leurs axes respectifs.

La modification résultera d'un changement de composition, mais il sera tel que la première combinaison se reproduira par le refroidissement ou après qu'il aura eu lieu, ainsi que cela arrive à la solution d'hématine dans l'eau d'acide hydrosulfurique qui, presque incolore, devient pourpre, quand on la chauffe dans une cloche renversée

sur le mercure, et redevient incolore par le refroidissement en s'unissant à l'acide hydrosulfurique.

II. *Changements permanents.*

4. L'élévation de la température pourra amener une modification permanente, par la raison que le changement de position des particules, ou le changement d'état de la combinaison des principes, persistera après le refroidissement. Telle est encore l'hématine qui, fixée sur le coton et la soie par l'alun et le tartre, passe du bleu-violet au violet-rouge par une exposition de plusieurs heures dans le vide à une température de 160 degrés.

5. L'élévation de la température pourra favoriser l'action comburante ou érosive d'un composé oxygéné, d'un acide, d'un sel sur les éléments mêmes des étoffes où ce composé est fixé; c'est ce qui a lieu, par exemple, lorsqu'on expose dans le vide, à une température de 150°, pendant plusieurs heures, du coton coloré par l'acide sulfo-indigotique qui n'a pas été suffisamment lavé.

6. Elle pourra encore favoriser l'action érosive d'un corps qui peut agir mécaniquement. Telle me semble être l'action de la vapeur à 100°, sur une toile de coton qui, passée à l'eau d'alun, n'a pas été parfaitement lavée avant d'être soumise à la vapeur.

B. Cas ou la chaleur agit concurremment avec quelque corps pondérable.

7. On conçoit que des étoffes teintes qui seront exposées dans l'eau ou dans la vapeur à une température plus élevée que celle où elles ont fixé la matière qui les colore, pourront éprouver des modifications passagères ou des modifications permanentes, ainsi que cela peut avoir lieu dans le cas où la chaleur seule agit.

a. *Effets passagers.*

8. Je ne connais pas aujourd'hui de cas qui présente incontestablement un exemple de ces effets, mais je ne doute point qu'il n'y en ait.

b. *Effets permanents.*

9. Les étoffes qui ont fixé la matière colorante de la gaude, après avoir été passées au mordant d'alun et de tartre, particulièrement la soie, exposées pendant huit heures au contact de la vapeur d'eau, à une température de 160°, acquièrent une nuance de doré remarquable.

10. Dans ce mémoire j'examinerai comparativement les modifications que les étoffes de coton, de soie et de laine, teintes avec le curcuma, le rocou, le carthame, l'orseille, l'acide sulfo-indigotique, le bleu de Prusse, etc., éprouvent, lorsqu'elles sont exposées à une température de 150°, 160° et de 160° à 180° dans le vide sec, l'air sec, l'air humide et la vapeur d'eau.

CHAPITRE I^er^.

Dispositions expérimentales.

11. Les étoffes qu'on a soumises à l'action de la chaleur seule, avaient été préalablement séchées à 100°, puis introduites dans un tube de verre de o^m,016 de diamètre, courbé comme la figure 1 le représente. La branche A contenant du chlorure de calcium, enveloppé dans une toile claire, communiquait avec une petite pompe pneumatique D. A la branche B on avait adapté un tube coudé, dont la branche C, de o^m,9 de longueur, plongeait dans un réservoir de mercure. La courbure du tube A B se trouvait contenue dans un bain d'huile de colza, placé sur un fourneau. Le vide était fait dans le tube 48 heures avant qu'on chauffât le bain d'huile; la colonne de mercure du tube C comparée à celle du baromètre indiquait le degré de raréfaction de l'air resté dans l'appareil.

12. Les étoffes soumises à l'action de l'air sec avaient été séchées à 100°, puis introduites dans un tube courbé, figure 2, A B. La branche A communiquait avec un tube long de 1 mètre, rempli de chlorure de calcium, et dont l'ouverture inférieure donnait accès à l'air qui traversait lentement le chlorure, et arrivait sec sur les étoffes. L'appel de l'air n'était pas seulement déterminé par l'échauffement du tube courbé, mais encore par l'aspiration que l'on faisait de l'air contenu dans un tube C, rempli de chlorure de calcium, qui était adapté à la branche B du tube courbé.

13. Les étoffes soumises à l'action de l'air humide étaient disposées comme les précédentes (12), sauf que le tube inférieur, au lieu de contenir du chlorure de calcium, contenait une mèche de coton mouillée dont une extrémité, dépassant inférieurement le tube, plongeait dans l'eau, et que le tube C ne contenait pas de chlorure de calcium.

14. Les étoffes soumises à l'action de la vapeur d'eau étaient renfermées dans un cylindre de cuivre rouge A A′, figure 3, de $0^{m},220$ de profondeur et de $0^{m},107$ de diamètre, ce qui donne une capacité de 2354 cent. cubes. La vapeur d'eau sortant d'un générateur d'une capacité de 12 litres, figure 4, était conduite dans le cylindre par un tube en cuivre B B′ de $0^{m},010$ de diamètre intérieur, et d'une longueur de $1^{m},800$, figure 3; ce tube était roulé en spirale autour du cylindre, mais il en était isolé, sauf par l'extrémité inférieure qui était soudée à l'ouverture *c*. A cette même ouverture était adapté, dans l'intérieur du cylindre, un tube en cuivre *d d* et percé de trous d'écumoire, par lesquels la vapeur se tamisait. Enfin à $0^{m},030$ du fond se trouvait un diaphragme de cuivre *e*, pareillement percé de trous d'écumoire, figure 5. Les étoffes étaient suspendues à un cercle de cuivre *f*, figure 6, coupé par deux traverses diamétrales rectangulaires. Au cylindre A A′, figure 3, était soudé un collet *g* de cuivre jaune sur lequel s'appliquait un couvercle H également de cuivre jaune, lequel portait au centre un tube de cuivre K de $0^{m},015$ de diamètre, lequel s'adaptait au moyen d'un écrou à un autre tube I I′ de cuivre rouge qui était soudé à la paroi même du bain d'huile. A ce tube était adapté un tube de verre L L′ qui plongeait de $0^{m},01$ dans le mercure que contenait un ballon de verre de

$2^{lit.},5$. A l'aide de cette disposition la vapeur, qui était dirigée lentement dans le cylindre, avait le temps de prendre la température du bain avant d'arriver aux étoffes, et d'un autre côté elle en sortait sans qu'il lui fût possible de se condenser.

Le couvercle était fixé au collet par une mâchoire M, figure 7, composée de deux pièces demi-circulaires *m m'*, portant chacune deux oreilles *n n'* percées de trous qui permettaient de les serrer au moyen de deux vis qui y entraient. Pour que la fermeture fût exacte, on était obligé d'appliquer sur le collet une couche de lut composé de minium de céruse et d'huile de lin, une rondelle de plomb, une seconde couche de lut sur la rondelle, puis le couvercle.

Enfin le cylindre AA' mis dans le bain d'huile reposait sur un trépied de cuivre rouge *o o*.

15. Dans une opération de 8 heures de durée on a fait passer de 10 à 11 litres d'eau liquide réduite en vapeur. La température du bain d'huile était réglée au moyen d'un thermomètre.

CHAPITRE II.

De l'action de la chaleur, de la chaleur et de l'air sec, de la chaleur et de l'air humide, de la chaleur et de la vapeur d'eau sur des étoffes de coton, de soie et de laine, teintes avec le curcuma, le rocou, le carthame, l'orseille, l'acide sulfo-indigotique, l'indigo, le bleu de Prusse, le campêche, le brésil, la cochenille, le quercitron et la gaude.

16. Quoique j'aie fait un très-grand nombre d'expériences sur le sujet de ce chapitre, je ne rapporterai que celles qui ont eu lieu simultanément dans trois séries.

Dans la première série les étoffes furent exposées pendant 8 heures à 150° ;

Dans la seconde série elles le furent à 160°;

Enfin, dans la troisième elles le furent 6 heures à 160° et 2 heures à 180°.

Il est superflu, sans doute, de faire remarquer que les échantillons de la seconde et de la troisième série n'ont été, comme ceux de la première, exposés qu'une seule fois à la chaleur, ou, en d'autres termes, les échantillons de la seconde série ne sont pas ceux de la première qui auraient été exposés une seconde fois à la chaleur, et les échantillons de la troisième ceux de la seconde série qui auraient été chauffés de nouveau.

MATIÈRE COLORANTE. — *Curcuma.*	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, CHALEUR SEULE.	2e CIRCONSTANCE, CHALEUR ET AIR SEC.	3e CIRCONST., CHALEUR ET AIR HUMIDE.	4e CIRCONST., CHALEUR ET VAPEUR D'EAU.
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 150°	COTON..	presque identiques aux normes.	presque identique au norme, tendant au roux.	comme 2.....	presque ident. à 1.
	SOIE....		affaiblie coul. paille.	un peu moins affaiblies que 3.	un peu plus faible que 1.
	LAINE...	très-légèrem. affaiblie en fauve.	affaiblie couleur plus fauve que 1.		presque ident. à 1.
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 160°	COTON..	presque identiques aux normes, cependant un peu plus faibles.	moins pur que 1.....	presque ident. à 2, mais moins altérés pourtant.	presque ident. à 1, sauf que le ton est affaibli.
	SOIE....		il n'y a plus de jaune brillant, jaune fauve-gris.		ton affaibli, mais sans le fauve-gris des soies 2 et 3.
	LAINE...	légèrement affaiblie en fauve-orangé.	il n'y a plus de jaune brillant, jaune-fauve.		fauve-orang. moins gris, plus pur que celui des laines 2 et 3.
Après une expos. de 6 h. à 160°, et de 2 h. à 180°	COTON..	légèrement olivâtre..	plus altérés que les étoffes à 160° et que les étoffes 1.		
	SOIE....	affaiblie en jaune-verdâtre, mais peu.			
	LAINE...	plus affaiblie que soie en jaune-roux-verdât.			

CURCUMA.

Influence de la température.

17. A 150° les étoffes sont peu changées.

A 160° elles le sont davantage ; principalement dans l'air sec ou humide, surtout la soie.

A 180°, effets plus marqués, principalement dans l'air.

Influence des agents pondérables.

18. La vapeur d'eau a peu d'influence pour altérer le curcuma, cependant elle en a plus que la chaleur du vide.

19. L'air sec a une influence marquée pour altérer le curcuma, en premier lieu sur la soie, en second sur la laine, et en troisième sur le coton.

20. L'air humide a une influence un peu moins marquée que l'air sec ; ce qui est conforme à ce que la vapeur a moins d'action que l'air sec.

Influence des étoffes.

21. Dans le vide le curcuma est plus stable sur le coton, et surtout sur la soie, qu'il ne l'est sur la laine.

Dans l'air il est plus stable sur le coton que sur la soie, ce qui est l'inverse de ce qui a lieu dans le vide.

Comparaison des effets de la chaleur à ceux de la lumière.

22. Le curcuma est plus stable à la chaleur de 150 à 180°, même dans l'air sec, qu'il ne l'est à la lumière pendant cent jours, même dans le vide.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, CHALEUR SEULE.	2e CIRCONSTANCE, CHALEUR ET AIR SEC.	3e CIRCONST., CHALEUR ET AIR HUMIDE,	4e CIRCONST., CHALEUR ET VAPEUR D'EAU.
Rocou.					
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 150°	COTON..	légèrement affaibli...	plus affaibli que 1, mais légèrement.	comme 2.	
	SOIE....	très-affaiblie, terne, pelure d'oignon.	plus altérée que 1, il n'y a plus de rougeât.		
	LAINE...	fauve qui n'a plus de rouge relativement au norme.	fauve plus rougeâtre que 1, ce qui est l'inverse pour la soie.		
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 160°	COTON..	comme coton exposé à 150° à très-peu près.	guère plus altérés qu'à 150°,	comme 2.	presque identique à 2 et 3, cepend. un peu pl. affaibli.
	SOIE....	un peu plus affaiblie que soie exp. à 150°.	plus altérés que 1, mais différence légère.		soie presque blanche.
	LAINE...	un peu plus changée que laine exp. à 150°.			laine plus rougeât. que 1, fauve plus pur que 2 et 3.
Après une expos. de 6 h. à une tempér. de 160° et de 2 h. à 180°.	COTON..	plus affaiblis que les étoffes exposées à 160°.	plus affaib. qu'à 160°, surtout la soie.	comme 2.	
	SOIE....				
	LAINE...				

ROCOU.

Influence de la température.

23. A 150° le rocou est sensiblement affaibli sur toutes les étoffes.

A 160° il ne l'est qu'un peu davantage.

De 160 à 180°, il l'est sensiblement plus qu'à 160°, surtout dans l'air.

24. Le rocou est plus altérable dans le vide chaud que ne l'est le curcuma. Le contraire a lieu dans le vide lumineux.

Influence des agents pondérables.

25. La vapeur d'eau a plus d'influence pour décolorer la soie teinte avec le rocou que n'en a l'air. Ce résultat est extraordinaire.

26. Si les étoffes teintes avec le rocou s'altèrent plus dans le vide chaud que les étoffes teintes avec le curcuma, on remarque que l'air chaud altère ces dernières étoffes, relativement au vide chaud, plus que l'air chaud n'altère les étoffes teintes avec le rocou relativement au vide chaud. C'est donc surtout la chaleur qui altère le rocou, tandis que c'est l'air chaud qui altère le curcuma.

Influence des étoffes.

27. C'est sur le coton que le rocou est le plus stable. La soie et la laine ont à peu près le même pouvoir pour le maintenir par rapport à l'air; mais par rapport à la vapeur d'eau, la soie en a moins que la laine.

Comparaison des effets de la chaleur à ceux de la lumière.

28. Le vide chaud altère moins le curcuma que le rocou; le vide lumineux produit l'inverse.

La soie ne donne point au rocou la stabilité qu'elle lui donne dans le vide lumineux.

MATIÈRE COLORANTE. — *Carthame.*	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, CHALEUR SEULE.	2e CIRCONSTANCE, CHALEUR ET AIR SEC.	3e CIRCONST., CHALEUR ET AIR HUMIDE.	4e CIRCONST., CHALEUR ET VAPEUR D'EAU.
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 150°	COTON..	fauve rosé.....	plus passé que 1.	identiques à 2...	un peu plus changés que 1.
	SOIE....	rose terne.....	plus changée que 1.		
	LAINE..	jaune nankin avec des veines de rose.	plus changée que 1, mais encore des veines de rose.		
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 160°	COTON..	passé fauve rosé.....	plus passé que 1.....	identique à 2....	plus altéré que 1, mais moins que 2 et 3.
	SOIE....	rose terne.....	plus passée que 1, mais encore du rougeâtre.	un peu plus passée que 2.	soie pl. affaib. que 1 et même que 2.
	LAINE...	absolument passée, fauve nankin.	absolument passée, fauve un peu plus haut que 1.	presque ident. à 2.	presque ident. à 1.
Après une expos. de 6 h. à 160° et de 2 h. à 180°	COTON..	fauve à peine rosé.	plus changés que les étoffes à 160°; la soie a encore du rouge, mais moins que 1.		
	SOIE....	plus affaiblie que soie à 160°, mais encore du rouge.			
	LAINE...	absolument passée.			

CARTHAME.

Influence de la température.

29. Une température de 150° a une action marquée pour altérer le carthame.

Celles de 160 à 180° en ont une un peu plus marquée encore.

30. Le carthame est donc plus altérable que le curcuma par la chaleur. Il l'est un peu plus que le rocou, sinon sur la soie, du moins sur le coton et la laine.

Influence des agents pondérables.

31. La vapeur d'eau affaiblit plus le carthame que ne le fait la chaleur seule.

32. L'air altère un peu plus le carthame sur le coton et la soie que ne fait la chaleur seule. L'altération sur la laine est égale dans les deux cas.

La vapeur semble plus altérer le carthame sur la soie et la laine que ne le fait l'air.

Influence des étoffes.

33. La soie donne plus de stabilité au carthame que ne le fait la laine et même le coton, non-seulement dans le vide, mais dans l'air. Elle ne lui en donne pas autant, relativement à la vapeur, et c'est pour cela que l'air humide a plus d'action que l'air sec.

Comparaison des effets de la chaleur à ceux de la lumière.

34. Dans le vide le carthame sur coton et sur soie est bien plus stable à la lumière qu'il ne l'est à une température de 150°, et il est remarquable que de 160 à 180, il résiste bien plus sur la soie que sur le coton.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, CHALEUR SEULE.	2e CIRCONSTANCE, CHALEUR ET AIR SEC.	3e CIRCONST., CHALEUR ET AIR HUMIDE.	4e CIRCONST., CHALEUR ET VAPEUR D'EAU.
Orseille.					
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 150°	COTON..	presque identique au norme, un peu moins violet.	presque identique à 1.	presque identiques à 2, un peu moins changés.	identiques aux étoffes 1.
	SOIE....	presque identique au norme si ce n'est plus violette.	sensiblement altérée en jaune.		
	LAINE...	très-légèrement terni en roux.	plus altérée en jaune que 1.		
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 160°	COTON..	presque identique au norme, cependant tirant sur le jaune.	très-sensiblement altéré de jaune.	sensiblem. moins altérés que 2, ce qui est conforme à l'action de la vapeur.	presque identiques aux étoffes exposées dans le vide.
	SOIE....	presque identique au norme, si ce n'est plus violette.	sensiblement altérée de roux.		
	LAINE...	légèrement terni en roux.	plus altérée que 1.		
Après une expos. de 6 h. à 160° et de 2 h. à 180°	COTON.. SOIE.... LAINE...	coton et laine guère plus affaiblis que les étoffes à 160°; la soie ne l'est pas davantage.	guère plus altérés que les étoffes à 160°.		

ORSEILLE.

Influence de la température.

35. L'orseille est plus stable que le carthame, le rocou et même le curcuma à la chaleur; car une température de 180° ne l'altère pas sur la soie, et ne fait que de la *rancir* (1) légèrement sur le coton et la laine.

Influence des agents pondérables.

36. La vapeur d'eau ne l'altère pas ou presque pas, cependant elle paraît avoir plus d'action que la chaleur seule.

37. L'air a une influence sensible; c'est pourquoi l'air sec est plus altérant que l'air humide.

Influence des étoffes.

38. C'est sur la soie que l'orseille a le plus de stabilité; elle paraît en avoir une égale sur le coton et la laine.

Comparaison des effets de la chaleur à ceux de la lumière.

39. L'orseille se conserve dans le vide chaud à 160° comme dans le vide lumineux. Il est remarquable que dans les deux cas elle prend du bleu sur la soie.

---

(1) *Rancir* se dit d'une couleur qui tire sur le jaune.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, CHALEUR SEULE.	2e CIRCONSTANCE, CHALEUR ET AIR SEC.	3e CIRCONST., CHALEUR ET AIR HUMIDE.	4e CIRCONST., CHALEUR ET VAPEUR D'EAU.
Acide sulfo-indigotique.					
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 150°	COTON..	presque identique au norme.	presque identique au norme.	un peu moins altérés que 2.	
	SOIE....	presque identique au norme, un peu moins violâtre.	bleu-verdâtre.		
	LAINE...	un peu moins violâtre que norme tendant au vert-roux.	tendance au verdâtre.		
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 160°	COTON..	presque identique au norme.	bleuâtre affaibli, mêlé de roux.	un peu moins altérés que 2.	moins altérés que 2 et 3, plus de bleu et moins de roux.
	SOIE....	presque identique au norme un peu moins violâtre.	affaiblie, vert-bleuât.		
	LAINE...	bleu-verdâtre-roux..	vert-bleuâtre, un peu roux.		
Après une expos. de 6 h. à 160°, et de 2 h. à 180°	COTON..	d'un gris-bleu-verdât.	plus altérés que les étoffes à 150° et que les étoffes 1.		
	SOIE....	plus changée en verdâtre que soie à 150°			
	LAINE...	d'un bleu-verdâtre, plus roux que laine à 150°.			

ACIDE SULFO-INDIGOTIQUE.

Influence de la température.

40. A 150° l'acide sulfo-indigotique est peu altérable dans le vide.

A 160° il est peu altérable sur la soie et le coton; il l'est davantage sur la laine.

A 180°, l'altération est bien sensiblement plus grande sur le coton et la laine qu'à 160°.

Influence des agents pondérables.

41. La vapeur d'eau a une certaine tendance à faire passer l'acide sulfo-indigotique au vert, surtout sur la laine et la soie.

42. L'air a cette tendance à un degré plus marqué; l'air humide a moins d'action que l'air sec, comme on devait s'y attendre d'après l'action de la vapeur d'eau.

Influence des étoffes.

43. Dans le vide, c'est la soie qui a le plus de puissance pour conserver l'acide sulfo-indigotique.

Comparaison des effets de la chaleur à ceux de la lumière.

44. Dans le vide chaud comme dans le vide lumineux, c'est la soie que retient le mieux l'acide sulfo-indigotique.

Le vide lumineux altère plus l'acide sulfo-indigotique sur le coton et la laine, que ne le fait le vide chaud.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, CHALEUR SEULE.	2e CIRCONSTANCE, CHALEUR ET AIR SEC.	3e CIRCONST. CHALEUR ET AIR HUMIDE.	4e CIRCONST., CHALEUR ET VAPEUR D'EAU.
Indigo de cuve.					
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 150°	COTON..	presque identique au norme.	presque identique à 1.	presque ident. à 1.	
	SOIE....	sensiblement affaiblie, plus violâtre que norme.	vert-bleuâtre-roux...	un peu moins verdâtre que 2, plus viol. que norme.	
	LAINE...	très-sensiblement affaiblie en gris-verdât. ardoise.	plus rousse que 1....	un peu moins verdâtre que 2.	
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 160°	COTON..	presque identique au norme.	presque identique à 1.	presque identiques à 2, cependant un peu moins altérés.	presque ident. à 1.
	SOIE....	affaiblie, un peu moins verdâtre que norme.	vert-bleuâtre-roux...		un peu plus affaiblie que 1, mais moins que 2 et 3.
	LAINE...	très-affaiblie en gris-verdâtre-ardoise.	plus rousse que 1, mais différence légère.		identique à 1.
Après une expos. de 6 h. à 160° et de 2 h. à 180°	COTON..	très-légèrement altéré.	presque identique à 1.	presque identiques à 2.	
	SOIE....	affaiblie en violet-ardoisé.	plus altérées que les étoffes à 160° et que les étoffes 1.		
	LAINE...	absolument altérée en ardoisé-verdâtre terne.			

INDIGO DE CUVE.

Influence de la température.

45. Une température de 160 à 180° a peu d'influence pour affaiblir l'indigo de cuve sur le coton ; elle en a davantage sur la soie, et il est remarquable que l'indigo de cuve s'affaiblit plus que ne le fait l'acide sulfo-indigotique. L'indigo de cuve est non-seulement très-affaibli sur la laine à cette même température, mais il tourne au vert avec tendance au roux.

Influence des agents pondérables.

46. L'influence de la vapeur n'est que très-légèrement supérieure à celle de la chaleur seule pour agir sur l'indigo de cuve.

47. L'air n'a que peu d'influence pour altérer l'indigo fixé sur le coton.

Il en a une marquée pour l'altérer sur la soie.

L'air ne paraît pas agir avec plus d'énergie que la chaleur seule sur l'indigo fixé à la laine.

Influence des étoffes.

48. C'est le coton qui donne le plus de stabilité à l'indigo, dans toutes les circonstances.

Il est, au contraire, très-altérable sur la laine dans les mêmes circonstances.

Comparaison des effets de la chaleur à ceux de la lumière.

49. L'indigo de cuve est bien plus stable dans le vide lumineux que dans le vide chaud, sur la laine.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, CHALEUR SEULE.	2e CIRCONSTANCE, CHALEUR ET AIR SEC.	3e CIRCONST., CHALEUR ET AIR HUMIDE.	4e CIRCONST., CHALEUR ET VAPEUR D'EAU.
Bleu de Prusse.					
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 150°	COTON..	moins brillant que norme.	plus brillant que 1, presque identique au norme.	presque ident. à 2.	plus ardoisé que 1.
	SOIE....	ardoisée.....	moins ardoisée que 1.		presque ident. à 1.
	LAINE...	ardoisée tendant au roux.	plus rousse que 1...		presque ident. à 1.
Après une expos. de 8 h. à une tempér de 160° et avoir été 12 jours dans l'obscurité.	COTON..	un peu plus gris que norme.	plus changé que 1 tendant au roux.	moins changé que 2, plus que 1.	presque ident. à 1.
	SOIE....	ardoisée.....	plus changée que 1, gris-ardoisé-verdâtre.	presque ident. à 2.	
	LAINE...	vert-bleuâtre-roux...	plus changée que 1, vert bouteille, plus foncé que 1.	un peu moins altérés cependant.	peut-être un peu plus altérée que 1.
Après une expos. de 6 h. à une tempér. de 160°, et de 2 h. à 180° et avoir été 12 jours dans l'obscurité.	COTON..	plus altérés que les étoffes à 160°.	plus altérés que les étoffes à 160° et que les étoffes 1.		
	SOIE....				
	LAINE...				

BLEU DE PRUSSE (1).

Influence de la température.

50. Une température de 160° a peu d'influence pour altérer la couleur que le bleu de Prusse donne au coton et même à la soie; elle en a une marquée, au contraire, pour altérer celle qu'il donne à la laine.

Influence des agents pondérables.

51. La vapeur d'eau n'a que peu d'influence pour altérer le bleu de Prusse, même sur les trois étoffes.

52. L'air a peu d'influence pour l'altérer sur le coton; il en a une, au contraire, prononcée pour l'altérer sur la soie et la laine.

Conformément à l'action de la vapeur, l'air sec agit plus que l'air humide.

Influence des étoffes.

53. C'est le coton qui rend le bleu de Prusse le plus stable.

Comparaison des effets de la chaleur à ceux de la lumière.

54. La chaleur agit comme la lumière en ceci que le bleu de Prusse dans le vide perd sa couleur bleue sous l'influence des deux agents, si la chaleur est suffisamment élevée, et qu'il y a séparation de cyanogène; mais il y a cette différence que les étoffes qui ont perdu leur bleu par la chaleur, ont une couleur de rouille plus ou moins sensible, tandis que dans le vide lumineux, elles sont réduites à l'état presque incolore.

J'ignore si, en maintenant la température pendant un temps suffisant au degré où le bleu commence à s'altérer dans le vide chaud, on éviterait la manifestation de la couleur de rouille.

---

(1) Il ne s'agit toujours que des altérations que présentent les étoffes exposées à l'air de 12 à 18 jours, après avoir été retirées des tubes où elles ont été soumises à la chaleur.

MATIÈRE COLORANTE. — *Campêche, Alun et Tartre.*	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, CHALEUR SEULE.	2e CIRCONSTANCE, CHALEUR ET AIR SEC.	3e CIRCONST., CHALEUR ET AIR HUMIDE.	4e CIRCONST., CHALEUR ET VAPEUR D'EAU.
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 150°	COTON..	au lieu du bleu-violet du norme, violet-rouge lie de vin.	plus altérés que 1, et cependant moins rouges.	ident. ou presque ident. à 2.	un peu plus rougeâtres que 1.
	SOIE....	au lieu d'un bleu-violet, violet-rouge.			
	LAINE...	au lieu d'un bleu-violet, pourpre-rouge,			
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 160°	COTON..	presque ident. à 150°.	plus légèrement altéré que 1, et cependant moins rouge.	presque ident. à 2, peut-être moins altérés.	un peu plus rougeâtre que 1.
	SOIE....	un peu moins brillante que soie à 150°.	couleur plus altérée que 1 et ternie par du brun roux. Le coton a du bleuâtre et la laine du roux.		un peu plus rougeâtre que 1. un peu plus rousse que 1. En résumé les trois étoffes moins altérées que 2 et 3.
	LAINE...	plus rance que laine à 150°.			
Après une expos. de 6 h. à une tempér. de 160° et de 2 h. à 180°.	COTON..	étoffes plus ternes que celles qui ont été exposées à 160°; la soie est la moins terne.	altération plus grande que celle des étoffes à 160° et des étoffes 1. La soie est la moins altérée.	altér. plus grande que dans les étoffes à 160°.	
	SOIE....				
	LAINE...				

CAMPÊCHE FIXÉ PAR L'ALUN ET LE TARTRE.

Influence de la température.

55. Une température de 150 à 180° agit d'une telle manière que l'hématine, principe colorant du campêche, éprouve une modification dans sa couleur qui est analogue à celle qu'elle éprouverait de la part d'un acide. Car de violet qu'elle était avant d'avoir été chauffée, elle passe par suite de l'échauffement au violet rouge. L'hématine ne paraît pas d'ailleurs éprouver une grande altération dans sa composition élémentaire.

Influence des agents pondérables.

56. La vapeur d'eau accroît l'influence de la température pour rougir l'hématine.

57. L'air sec semble agir un peu plus fortement que l'air humide sur la soie et la laine teintes avec le campêche. L'action est plus grande que celle de la chaleur seule.

Il est remarquable que l'air en appauvrissant la couleur de l'hématine fixée sur le coton ne la rougit pas du moins à 160°, comme le fait le vide chaud.

Influence des étoffes.

58. Je suis disposé à croire que la soie est l'étoffe qui donne le plus de stabilité à l'hématine.

Comparaison des effets de la chaleur à ceux de la lumière.

59. Je ne puis donner ni pour les étoffes teintes avec le campêche, ni pour les matières colorantes suivantes, les résultats de ces comparaisons, ne m'étant pas encore livré aux expériences qu'elles exigent.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, CHALEUR SEULE.	2e CIRCONSTANCE, CHALEUR ET AIR SEC.	3e CIRCONST., CHALEUR ET AIR HUMIDE.	4e CIRCONST., CHALEUR ET VAPEUR D'EAU.
Campêche et bain de physique.					
Après une expos de 8 h. à une tempér. de 150°	COTON. .	un peu plus foncé et plus terni que norme.	presque identiques à 1, un peu plus changés cependant.	identiques à 2, peut-être moins modifiés.	moins altérés que 2 et 3, plus rougeâtres que les étoffes 1.
	SOIE. . . .	légèrement affaiblie. .			
	LAINE. . .	très-affaiblie et rougeâtre terne.			
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 160°	COTON. .	d'un violet plus rouge que celui du coton et de la soie alunés (1).	légèrement appauvri, moins rougeâtre que 1.	presque identiques à 2, moins altérés peut-être.	moins altérés que 2 et 3; mais plus altérés que 1, coton et soie plus rougeâtres.
	SOIE. . . .		plus altérée que 1, elle a moins de bleu, et plus de rose.		
	LAINE. . .	un peu plus dorée que la laine alunée.	plus altérée que 1, plus foncée, mais moins de rouge et plus de brun par conséquent.		
Après une expos. de 6 h. à une tempér. de 160° et de 2 h. à 180°.	COTON. .	altération plus grande qu'à 160°	plus altérés que les étoffes 1.		
	SOIE. . . .				
	LAINE. . .				

(1) Mais il faut remarquer que les normes teints avec le campêche et le bain de physique sont moins bleus que les normes teints avec le campêche, l'alun et le tartre.

CAMPÊCHE FIXÉ PAR LE BAIN DE PHYSIQUE (1).

Influence de la température.

60. Une température de 160° a la même tendance pour rougir l'hématine fixée par le bain de physique, que pour rougir celle qui l'est par l'alun et le tartre. Cette tendance serait même plus marquée dans le premier cas que dans le second, si l'on ne tenait pas compte de ce que le campêche fixé par le bain de physique est plus rouge que celui qui l'est par l'alun. D'après cela, il n'est pas étonnant que les étoffes passées au bain de physique soient constamment plus rouges que celles passées à l'alun.

Influence des agents pondérables.

61. La vapeur d'eau rougit plus les étoffes passées au bain de physique que celles passées à l'alun et au tartre.

62. L'air a plus de tendance à brunir les premières étoffes que les secondes, du moins la soie et la laine.

---

(1) Le bain de physique est une dissolution de 1 partie d'étain dans un mélange de 12 parties d'acide hydrochlorique et de 4 parties d'acide nitrique.

MATIÈRE COLORANTE. — *Brésil, Alun et Tartre.*	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, CHALEUR SEULE.	2e CIRCONSTANCE, CHALEUR ET AIR SEC.	3e CIRCONST., CHALEUR ET AIR HUMIDE.	4e CIRCONST., CHALEUR ET VAPEUR D'EAU.
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 150°	COTON.. SOIE.... LAINE...	presque identiques aux normes.	modification plus sensible que dans 1.	presque identiques aux étoffes 2, modification moindre.	identiques ou presque identiques aux étoffes 1.
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 160°	COTON.. SOIE.... LAINE...	presque identiques aux normes, tendance au violet. presque identique au norme.	sensiblement altérés en prenant du roux, surtout sur coton et laine.	presque identiques aux étoffes 2, mais altération moindre.	identiques aux étoffes 1.
Après une expos. de 6 h. à une tempér. de 160° et de 2 h. à 180°.	COTON.. SOIE.... LAINE...	presque identiques aux normes plus violets. un peu plus jaune que norme plus haute.	gris-rougeât., presque detruit. très-affaiblie, mais bien moins que coton. carmélite.	presque identiques à 2.	

BRÉSIL FIXÉ PAR L'ALUN ET LE TARTRE.

Influence de la température.

63. Une élévation de température de 160° a peu d'influence pour altérer la couleur du brésil. Celle-ci résiste plus que l'hématine à la chaleur, et il est remarquable que cet agent qui tend à modifier l'hématine à la manière d'un acide, produit un effet contraire sur le brésil, puisqu'il tend à lui donner une teinte violette comme le ferait une base alcaline légère.

Influence des agents pondérables.

64. La vapeur d'eau n'a pas ou que très-peu d'action sur le brésil.

65. L'air en a au contraire beaucoup, c'est pourquoi l'air humide est un peu moins altérant que l'air sec.

Influence des étoffes.

66. C'est sur la soie que le brésil paraît avoir le plus de stabilité, du moins lorsque l'air est présent.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, CHALEUR SEULE.	2e CIRCONSTANCE, CHALEUR ET AIR SEC.	3e CIRCONST., CHALEUR ET AIR HUMIDE.	4e CIRCONST., CHALEUR ET VAPEUR D'EAU.
Brésil et bain de physique.					
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 150°	COTON..	sensiblement affaibli, teinte lilas devenue jaunâtre.	plus altérés en roux qu'étoffes 1, surtout sur coton et laine.	presque identiques à 2, moins altérés cependant.	presque identiques à étoffes 1.
	SOIE....	presque identique au norme.			
	LAINE...	appauvrie et tirant sur l'orangé.			
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 160°	COTON..	comme ci-dessus.	plus altérés en roux que 1.	presque identiques à 2, mais moins altérés.	un peu moins lilas encore que 1.
	SOIE....				un peu plus foncée que 1.
	LAINE...				un peu plus foncée que 1.
					En définitive, étoffes moins altérées que 2 et 3.
Après une expos. de 6 h. à une tempér. de 160° et de 2 h. à 180°	COTON..	plus altérés que ci-dessus. Coton moins altéré que laine, et soie moins que coton.	les étoffes sont couleur de bois.		
	SOIE....				
	LAINE...				

BRÉSIL FIXÉ PAR LE BAIN DE PHYSIQUE.

Influence de la température.

67. Une température de 160° a un peu plus d'influence pour changer la couleur du bois de Brésil fixée par le bain de physique, qu'elle n'en a pour changer celle qui l'est par l'alun et le tartre. C'est donc un résultat analogue à celui que présente l'hématine.

Influence des agents pondérables.

68. Les résultats sont analogues à ceux que présente l'hématine. Ainsi :

La vapeur a plus d'action que le vide chaud.

L'air en a une bien plus marquée que celle de la vapeur.

Influence des étoffes.

69. C'est sur la soie, puis sur le coton, que la couleur résiste le plus au vide chaud et à la vapeur.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, CHALEUR SEULE.	2e CIRCONSTANCE, CHALEUR ET AIR SEC.	3e CIRCONST., CHALEUR ET AIR HUMIDE.	4e CIRCONST., CHALEUR ET VAPEUR D'EAU.
Cochenille, Alun et Tartre.					
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 150°	COTON.. SOIE.... LAINE...	identiques aux normes.	identiques aux normes, excepté peut-être sur laine.	ident. aux normes, excepté peut-être sur laine.	identiques aux normes.
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 160°	COTON.. SOIE....	identiques aux normes.	changement extrêmement faible; cependant tendance au roux, surtout sur laine.	ident. ou presque identiques à 2, moins modifiés.	ident. ou presque identiques à 1.
	LAINE...	presque identique au norme.			
Après une expos. de 6 h. à une tempér. de 160° et de 2 h. à 180°.	COTON..	presque identique au norme.	moins frais que 1.		
	SOIE....	presque identique au norme; tendance au violet.	appauvrie en jaunâtre, mais très-légèrement.		
	LAINE...	tendance au fauve.	un peu plus jaunâtre que 1.		

COULEUR DE LA COCHENILLE FIXÉE PAR L'ALUN ET LE TARTRE.

Influence de la température.

70. Une température de 160° n'a pas d'influence sensible pour modifier la couleur de la cochenille ; celle-ci est donc plus solide que l'hématine et le brésil.

Influence des agents pondérables.

71. L'influence de la vapeur est presque nulle. Il en est à peu près de même de celle de l'air sec ou humide à 160°.

Influence des étoffes.

72. Si la cochenille paraît d'abord également stable sur les trois étoffes, en y regardant de près, on est tenté de croire qu'elle l'est davantage sur la soie.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, CHALEUR SEULE.	2e CIRCONSTANCE, CHALEUR ET AIR SEC.	3e CIRCONST., CHALEUR ET AIR HUMIDE.	4e CIRCONST., CHALEUR ET VAPEUR D'EAU.
Cochenille et composition d'étain.					
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 150°	COTON.. SOIE.... LAINE...	tendance à jaunir sur coton et laine; tendance contraire sur la soie.	plus modifiés qu'étoffes 1.	un peu moins modifiés que 2.	identiques à étoffes 1.
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 160°	COTON.. SOIE.... LAINE...	un peu plus ternes en passant au roux. plus changée que coton et soie, plus terne, plus brique.	un peu plus altérés en roux qu'étoffes 1.	identiques à 2, moins modifiés.	identiques ou presque identiques aux étoffes 1.
Après une expos. de 6 h. à une tempér. de 160° et de 2 h. à 180°	COTON.. SOIE.... LAINE...	fauve-lilas. peu changée. très-changée, orangée terne.	un peu plus fauve que 1. un peu plus changée que 1. un peu plus altérée que 1.		

COULEUR DE LA COCHENILLE FIXÉE PAR LA COMPOSITION D'ÉTAIN (1).

Influence de la température.

73. A 160°, la couleur fixée par la composition d'étain est moins stable que la couleur de la cochenille fixée par l'alun et le tartre, surtout sur le coton et la laine.

Influence des agents pondérables.

74. La vapeur d'eau n'a qu'une influence excessivement faible pour modifier la couleur.

75. L'air en a une sensible pour modifier la couleur fixée surtout à la laine et au coton.

Influence des étoffes.

76. C'est sur la soie que la couleur éprouve le moins de changement, et sur la laine qu'elle en éprouve le plus.

---

(1) Composition d'étain dont j'ai fait usage :

Acide nitrique de 32 à 36°.	8 parties.
Hydrochlorate d'ammoniaque.	1
Étain	1

L'étain doit être dissous lentement par petites fractions. Lorsqu'il l'est complétement, il faut ajouter 25 parties d'eau à la composition.

MATIÈRE COLORANTE.	ÉTOFFES.	1re CIRCONSTANCE, CHALEUR SEULE.	2e CIRCONSTANCE, CHALEUR ET AIR SEC.	3e CIRCONST., CHALEUR ET AIR HUMIDE.	4e CIRCONST., CHALEUR ET VAPEUR D'EAU.
Quercitron, Alun et Tartre.					
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 150°	COTON.. SOIE.... LAINE..	tendance à l'olivâtre, presque identiques aux normes.	teinte olivât. sensible.	teinte olivâtre, moindre que celle de 2.	presque identiques à étoffes 1; laine plus dorée.
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 160°	COTON.. SOIE.... LAINE...	presque identiques aux normes, si ce n'est tendance au doré, mais à un doré qui n'est pas franc.	modification en olivât. sur toutes les étoffes.	modification en olivâtre sur toutes les étoffes, un peu plus légère que 2.	la vapeur d'eau semble augmenter la tendance qu'a la chaleur seule à dorer le quercitron.
Après une expos. de 6 h. à une tempér. de 160° et de 2 h. à 180°	COTON.. SOIE.... LAINE...	jaune-orangé légèrement roux. jaune-orangé roux. jaune-orangé.	modification plus grande que sur étoffes 1.		

QUERCITRON FIXÉ PAR L'ALUN ET LE TARTRE.

Influence de la température.

77. La température de 160° a peu d'influence pour altérer le quercitron.

Influence des agents pondérables.

78. La vapeur a une influence remarquable pour le dorer.

79. L'air en a une bien sensible pour le rendre olivâtre, surtout sur la soie et le coton.

Influence des étoffes.

80. Il est assez difficile de dire quelle est l'étoffe qui a le plus de tendance pour fixer le quercitron ; cependant je croirais que c'est la laine.

MATIÈRE COLORANTE. — *Gaude, Alun et Tartre.*	ÉTOFFES. —	1re CIRCONSTANCE, CHALEUR SEULE.	2e CIRCONSTANCE, CHALEUR ET AIR SEC.	3e CIRCONST., CHALEUR ET AIR HUMIDE.	4e CIRCONST., CHALEUR ET VAPEUR D'EAU.
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 150°	COTON.. SOIE.... LAINE...	identiques aux normes.	presque identiques aux normes.	identiques à 2.	identiques à 1, peut-être plus dorés.
Après une expos. de 8 h. à une tempér. de 160°	COTON.. SOIE.... LAINE...	presque identiques aux normes; tendance au doré, plus brillant peut-être.	étoffes plus changées que 1; plus de tendance au doré que 1, mais à un doré moins brillant.	étoffes un peu moins modifiées que 2.	presque identiques aux étoffes 1, sauf que la tendance au doré brillant est plus marquée.
Après une expos. de 6 h. à une tempér. de 160° et de 2 h. à 180°.	COTON.. SOIE.... LAINE...	moins brillants qu'étoffes à 150°, mais différence très-petite pour la soie et le coton.	sensiblement plus orangés qu'étoffes 1, mais ce n'est pas la teinte désagréable du quercitron exposé à l'air chaud à 180°.		

GAUDE FIXÉE PAR L'ALUN ET LE TARTRE.

Influence de la température.

81. Une température de 160° a de la tendance à dorer la gaude, c'est-à-dire, que la couleur prenant plus d'intensité, paraît peu altérable dans sa composition élémentaire.

Influence des agents pondérables.

82. La vapeur d'eau a une tendance remarquable pour augmenter l'intensité de la couleur de la gaude, sans paraître cependant la dorer.

83. L'air la dore; mais il tend à la roussir, surtout sur la laine; toutefois c'est faiblement et sans produire cette teinte olivâtre qu'il développe sur les étoffes teintes avec le quercitron.

Influence des étoffes.

84. Quoiqu'il soit difficile de dire sur quelle étoffe la gaude a le plus de stabilité, cependant je croirais que c'est sur la soie.

85. Dans la vue de présenter les résultats principaux de mes observations, je vais considérer celles-ci sous les cinq rapports suivants :

1° Relativement aux diverses matières colorantes mises en expérience comparées entre elles, eu égard à une même étoffe et à une même circonstance;

2° Relativement à la nature des étoffes de coton, de soie et de laine, sur lesquelles une même matière colorante est fixée, et eu égard à une même circonstance;

3° Relativement à la chaleur et aux agents pondérables qui ont amené des changements dans la même matière colorante fixée sur une même étoffe, mais sur des échantillons placés dans les quatre circonstances définies précédemment;

4° Relativement à l'essai de la stabilité des couleurs des étoffes teintes;

5° Relativement aux analogies ou aux différences existant entre les effets de la chaleur et ceux de la lumière sur les mêmes étoffes teintes.

CHAPITRE III.

Des observations exposées dans le second chapitre relativement aux diverses matières colorantes mises en expérience comparées entre elles, eu égard à une même étoffe et à une même circonstance.

86. Les matières colorantes n'ont point une stabilité égale, lorsqu'on les expose dans le vide à une même température convenablement choisie.

Le curcuma, qui dans l'atmosphère s'altère si rapidement, n'éprouve pas de changement à 160° sur le coton et la soie.

Il en est de même de l'acide sulfo-indigotique et de l'indigo fixés sur les mêmes étoffes.

L'orseille, le brésil, la cochenille, le quercitron, la gaude, fixés sur les trois étoffes par l'alun et le tartre, n'éprouvent, pour ainsi dire, pas de changement à 160°.

Le rocou, plus stable dans l'atmosphère que le curcuma et le carthame, s'affaiblit à 160° sur le coton et la soie.

87. Le campêche (hématine) fixé par l'alun et le tartre, éprouve une modification remarquable en ce que, du bleu violet, il passe au violet rouge, comme s'il recevait l'influence d'un acide, tandis que le brésil fixé par les mêmes mordants sur le coton et la soie est dans le cas contraire, la couleur tendant au bleuâtre, comme si elle était en présence d'un alcali.

88. Enfin, le campêche, le brésil, et même la cochenille, fixés par des mordants d'étain, ont plus de tendance à se modifier que quand ils sont fixés par l'alun et le tartre.

CHAPITRE IV.

Des observations exposées dans le second chapitre relativement à la nature des étoffes de coton, de soie et de laine, sur lesquelles une même matière colorante est fixée, et eu égard à une même circonstance.

89. La nature spéciale de l'étoffe peut avoir sur la stabilité à la chaleur d'une même couleur, fixée par un même mordant, une influence analogue à celle qu'elle exerce lorsque les étoffes teintes sont exposées à la lumière.

Par exemple, dans le vide chaud à 160°, la soie donne au carthame une stabilité que ne lui donnent ni la laine ni même le coton.

Le rocou, dans la même circonstance, est moins stable sur la soie qu'il ne l'est sur le coton.

90. L'influence de l'étoffe se fait sentir encore dans le cas où l'air agit avec la chaleur.

Ainsi l'air chaud affaiblit l'indigo fixé sur la soie et la laine plus que l'indigo fixé sur le coton.

91. Il est difficile d'apprécier à sa juste valeur l'influence de la laine, parce que, ainsi que je le démontrerai dans un mémoire spécial, cette étoffe, quoique privée de toute matière étrangère à sa propre constitution, prend, sous l'influence d'une chaleur de 120° et au-dessus, même dans le vide, une couleur jaune orangée qui peut, en se développant, dans une étoffe de laine teinte et exposée au vide, modifier la couleur que la teinture lui a donnée.

CHAPITRE V.

Des observations exposées dans le second chapitre relativement à la chaleur et aux agents pondérables qui ont amené des changements dans une même matière colorante fixée sur une même étoffe, mais sur des échantillons placés dans une des quatre circonstances définies.

92. La vapeur d'eau chaude à 160° a, *en général,* peu d'influence pour altérer les couleurs, ainsi qu'on le remarque en comparant les étoffes qui ont été exposées au vide à celles qui l'ont été à la vapeur, la température ayant été égale dans les deux cas.

93. La chaleur agissant concurremment avec l'air sec donne lieu, en général, a des altérations bien plus grandes que ne le font la chaleur agissant isolément, et même la chaleur agissant avec la vapeur.

Ainsi, l'air chaud à 160° roussit le curcuma fixé sur le coton, et surtout sur la soie, tandis que le curcuma fixé sur les mêmes étoffes n'éprouve aucune altération dans le vide et dans la vapeur.

L'air chaud altère plus que ne le fait la chaleur, l'orseille, l'acide sulfo-indigotique, le brésil, le quercitron, la gaude et même l'indigo.

94. Des faits qui prouvent que l'on peut compter sur l'exactitude de mes expériences, c'est que, dans tous les cas où l'action de la vapeur est moindre que celle de l'air chaud desséché, et c'est ce qui a lieu pour la plupart des matières

colorantes que j'ai soumises à l'expérience, l'air humide chaud a produit moins d'effet que l'air sec; résultat qui doit être noté, parce qu'il est contraire à celui qu'on a énoncé dans plusieurs ouvrages.

95. Je ne terminerai pas ce chapitre sans faire remarquer que la vapeur qui se dégage d'un générateur contient, surtout au commencement, une quantité d'ammoniaque sensible aux papiers réactifs.

CHAPITRE VI.

Des observations exposées dans le second chapitre relativement à l'essai de la stabilité des couleurs des étoffes teintes.

96. On ne saurait déterminer la stabilité aux agents atmosphériques des étoffes teintes en les soumettant rapidement à l'action de la chaleur dans le vide, puisque le curcuma, qui est si altérable, se conserve dans cette circonstance tout aussi bien que l'indigo, qui passe pour être extrêmement stable.

97. On aurait des résultats plus rapprochés de la vérité en exposant les étoffes à l'air chaud; cependant, si l'on compare l'influence d'une température de 160° et même de 180° agissant dans le vide d'une part, et dans l'air sec ou humide d'une autre part, on voit que l'influence de l'air chaud, relativement à la chaleur de 160° du vide, maintenue pendant 8 heures, est inférieure ou moindre que ne l'est celle de l'air lumineux agissant pendant plusieurs mois, relativement à l'influence du vide lumineux.

CHAPITRE VII.

Des observations exposées dans le second chapitre relativement aux analogies et aux différences existant entre les effets de la chaleur et ceux de la lumière sur la même étoffe teinte.

98. La chaleur ne produit pas précisément les mêmes effets que la lumière sur les étoffes teintes.

99. Par exemple, dans le vide lumineux le rocou se conserve sur les étoffes, tandis que le curcuma s'altère; c'est l'inverse dans le vide chaud à 160°, du moins pour le rocou fixé sur la soie et la laine.

Dans le vide lumineux, l'acide sulfo-indigotique s'altère sur le coton et la laine, tandis qu'à 160° dans le vide chaud, il s'affaiblit à peine sur le coton, et peu sur la laine.

100. Contrairement à ce résultat, il y a beaucoup d'analogie entre l'action des deux agents sur le bleu de Prusse, puisque tous deux font évanouir le bleu dans le vide, en séparant une portion de cyanogène.

101. D'après ce qui précède, il est évident qu'on ne peut conclure, des résultats obtenus dans une de ces circonstances ceux qu'on obtiendrait dans l'autre.

RÉFLEXIONS.

102. J'ai examiné, dans le mémoire précédent, l'action de la lumière et des agents atmosphériques, tels que l'air sec, l'air humide et la vapeur d'eau, sur plusieurs matières colorantes choisies parmi les plus altérables et parmi les plus stables; j'ai fait voir que la lumière agissant seule, sans le concours des agents pondérables de l'atmosphère, n'a, pour modifier ces matières, soit qu'on ait égard au petit nombre de celles qu'elle dénature, soit qu'on ait égard à l'intensité de l'altération qu'elle détermine, qu'une influence excessivement faible comparativement à celle qu'elle exerce concurremment avec l'air sec ou humide, et j'ai fait remarquer, en outre, que ces agents pondérables n'ont pas eux-mêmes d'action, ou n'en exercent qu'une très-faible, lorsqu'ils sont dans l'obscurité en présence des matières colorantes précitées.

103. Les résultats des expériences que j'ai faites sur l'influence de la chaleur et des agents pondérables atmosphériques pour altérer les mêmes matières colorantes, sont en tout conformes aux précédents; mais ils n'établissent pas pourtant, ainsi qu'on aurait pu le croire, d'identité entre l'influence de la lumière et celle de la chaleur agissant, soit dans le vide, soit concurremment avec un agent pondérable, sur une même matière colorante fixée à une même étoffe.

104. En définitive, les résultats consignés dans les mémoires 3, 4 et 5 de ces Recherches sur la teinture, ne sont que des faits qui rentrent dans une proposition générale énoncée pour la première fois dans l'introduction de mes Recherches

sur les corps gras d'origine animale : c'est que *tels principes immédiats qui passent pour être altérables par certains réactifs, par la chaleur, ne le sont que parce qu'il y a concours de l'oxygène* (p. VIII) (1).

105. Enfin, je ferai une dernière remarque relative à l'état de combinaison où peut se trouver une même matière colorante, telle que le curcuma, le rocou, l'orseille, etc., etc., qui a été fixée par l'intermédiaire de corps identiques sur le coton, la soie et la laine. C'est que la matière colorée, ainsi

---

(1) Je vais présenter les faits à l'appui de cette proposition dans l'ordre chronologique où je les ai publiés.

1° La stéarine, la margarine, l'oléine, la cétine, la cholestérine, se volatilisent dans le vide, tandis qu'elles s'altèrent lorsqu'on les distille avec le contact de l'air. (*Recherches chimiques sur les corps gras*, 1823.)

2° Le principe des baies du *viburnum opulus*, qui colore le suc qu'on en extrait en rouge, ne s'altère pas si on fait évaporer ce suc dans le vide sec, tandis qu'il se dénature complétement si on évapore sur le feu avec le contact de l'air. (*Considérations générales sur l'analyse organique*, 1823, p. 161.)

3° La solution d'hématine, qui s'altère avec une rapidité extrême quand elle a le contact de la potasse et de l'oxygène atmosphérique, se conserve sans altération pendant six mois, *lors même qu'elle est exposée au soleil*, si la combinaison alcaline est soustraite au contact de l'oxygène. (*Mémoire lu à l'Académie le* 23 *août* 1824, *imprimé dans le tome XII des Mémoires du Muséum.* Voyez p. 371.)

4° Le sirop de violette, sous l'influence de l'eau de potasse, passe immédiatement au vert ; s'il est en contact avec l'oxygène, il passe au jaune pendant un temps où il aurait conservé sa couleur verte s'il eût été soustrait à ce contact. (*Mémoire précité*, p. 373.)

fixée sur ces étoffes, peut être dans des états très-différents de combinaison, soit relativement à la proportion des principes immédiats du composé coloré, soit même relativement à la présence ou à l'absence d'un de ces principes, sur une des étoffes seulement.

Je fais cette remarque afin qu'on ne croie pas que, dans ce que j'ai dit de l'influence des étoffes pour donner plus ou moins de stabilité à une même matière colorante, j'aie considéré l'état de combinaison où se trouve cette même matière sur les trois étoffes comme étant nécessairement identique. L'état réel de la combinaison reste entièrement à déterminer; c'est ce dont je m'occuperai dans des mémoires particuliers.

5° Enfin, dans un article imprimé dans le Dictionnaire technologique, en 1834, je m'exprime en ces termes, relativement à l'influence de la lumière dans la décoloration des étoffes teintes (p. 430): « La lumière, en frappant sur des étoffes colorées parfaitement sèches et privées du contact de l'air, peut n'exercer dessus aucune altération sensible, et ce serait une grande erreur de croire que toute étoffe colorée qui s'altère au sein de l'atmosphère sous l'influence du soleil, *doit nécessairement* s'altérer dans le vide sous la même influence : en effet, de la chlorophylle dissoute dans l'alcool et exposée à la lumière n'éprouve aucun changement si la solution est privée du contact de l'air, tandis que, dans le cas contraire, de verte qu'elle est elle passe au jaune-fauve. »

MÉMOIRE

SUR

PLUSIEURS POINTS FONDAMENTAUX

DE MÉCANIQUE CHIMIQUE,

PAR M. BIOT.

Présenté le 27 novembre 1837.

LORSQUE je découvris, il y a quelques années, que l'acide Tartrique dissous dans divers milieux fluides, exerce sur les plans de polarisation de la lumière un pouvoir spécial, qui le distingue de tous les autres corps jusqu'ici étudiés; et qu'en outre, lorsqu'il se combine avec des substances basiques dans ces mêmes milieux, il perd sa spécialité d'action en imprimant aux produits qu'il forme les propriétés communes à tous les autres corps doués du pouvoir rotatoire, il me fut aisé de comprendre que ces caractères sensibles de liberté ou de combinaison pouvaient servir à établir expérimentalement deux points fondamentaux de mécanique chimique: savoir, d'abord si les combinaisons binaires, ternaires ou multiples des corps, sont en proportion définie ou non définie, dans les systèmes fluides dont toutes les particules peuvent réagir librement les unes sur les autres; et ensuite,

ce qui arrive, *dans ce même état,* lorsqu'une base salifiable se trouve simultanément en présence de plusieurs acides, ou un même acide en présence de plusieurs bases. J'ai exposé, dans le dernier volume des Mémoires de l'Académie, les procédés et les formules propres à résoudre la première de ces deux questions; et celle-ci une fois fixée, les mêmes moyens pouvaient servir pour attaquer la seconde. Je me suis constamment occupé de ces applications depuis huit mois, et j'ai eu la satisfaction de les voir réussir dans tous les cas que j'ai considérés. Mais l'exécution de ce travail m'a fait sentir la nécessité logique d'étudier préalablement, et de fixer par l'expérience, les modifications imprimées au réactif même, c'est-à-dire, à l'acide tartrique, lorsqu'il se trouve isolément en présence, soit des acides, soit des bases, avec lesquels il peut se combiner, ou qui peuvent modifier son action temporairement par leur seule présence actuelle dans les mêmes milieux. C'est ce que j'ai fait; et le même motif d'ordre exige que je présente d'abord les résultats que j'ai obtenus pour ces cas simples. Tel est aujourd'hui mon but. Quand il sera atteint, l'exposition des caractères relatifs aux actions simultanées deviendra plus facile et plus rigoureuse.

Ayant ainsi pour objet d'assigner l'état moléculaire actuel de systèmes fluides dont les parties réagissent chimiquement les unes sur les autres, problème que l'on n'a pu encore attaquer expérimentalement par d'autres moyens, je dois, avant toute chose, prouver que les phénomènes dont je ferai usage ont réellement cette application, et qu'on peut se fier à leurs conséquences, tant par leur nature propre, que par le soin que j'ai mis à les observer exactement.

Quoique j'aie fait tous mes efforts pour opérer toujours

sur les produits les plus purs, et que j'aie été favorisé à cet égard par la complaisance de chimistes très-distingués, j'ai cherché à m'affranchir de toute erreur, sous ce rapport, soit en constatant moi-même la composition de ces produits, dans les limites où il m'était nécessaire d'en être assuré, soit en les employant pour établir des conditions de mécanique générale, indépendantes de leur composition précise.

J'ai particulièrement dosé moi-même, avec le plus grand soin, tous les acides et tous les alcalis que j'ai employés, quoique la plupart l'eussent été déjà antérieurement par des personnes très-exercées aux opérations chimiques (1). En outre, chaque série des expériences que je voulais comparer entre elles, a toujours été faite avec les mêmes produits, variés seulement dans leurs proportions pondérables; ce qui suffisait, comme on le verra plus tard, pour légitimer les conséquences que j'en veux tirer. J'ai à peine besoin d'ajouter que les mesures de poids, de densités, de volumes et de température, ont été prises avec tous les moyens de précision que la physique fournit aujourd'hui.

Avec les matériaux ainsi préparés, j'ai formé des solutions fluides, soit par leur réaction mutuelle, soit en les dissolvant

---

(1) J'ai employé généralement pour ces dosages le procédé de saturation relative, soit par des mesures de volume, à peu près comme M. Gay-Lussac l'a indiqué, soit par des déterminations de poids prises avec des balances très-exactes. J'ai seulement donné aux relations de quantités prescrites par M. Gay-Lussac, une extension qui m'a semblé en rendre l'application plus commode, au moins pour moi; le résultat final du dosage étant donné ainsi numériquement par une formule très-simple, quelles que soient les données employées. On la trouvera dans une note à la fin de ce mémoire.

dans divers milieux. Ces systèmes, transparents, limpides, composés de proportions connues, ont été traversés normalement par un rayon de lumière polarisée; et j'ai déterminé très-exactement le sens, la nature, ainsi que l'intensité, de l'action exercée par leurs molécules sur cette lumière. Je dois donc rappeler ici brièvement en quoi cette observation consiste, ce qu'elle donne, et ce qu'on en peut conclure sur la constitution moléculaire actuelle des systèmes ainsi étudiés.

On introduit, par une ouverture circulaire, dans une chambre obscure, la lumière blanche des nuées, non pas directe, mais réfléchie spéculairement par une glace polie ou par un autre corps plan diaphane, sous l'incidence spéciale qui lui imprime la modification découverte par Malus, et qu'il a nommée *polarisation*. Pour fixer les idées, je supposerai la surface réfléchissante horizontale. Le rayon ainsi préparé, on analyse ses propriétés en lui faisant traverser perpendiculairement un rhomboïde de spath d'Islande, dont on a rendu artificiellement la seconde face tant soit peu oblique à la première, afin d'obtenir des effets de duplication plus sensibles; et l'on corrige la dispersion que produirait cette obliquité, en opposant au prisme cristallisé, un prisme de verre d'un angle convenable, que l'on colle à sa seconde surface; ce qui rend le trait émergent sensiblement incolore. Ce double prisme est fixé sur une alidade mobile, au centre d'un cercle divisé; de sorte qu'on peut le faire tourner autour du rayon incident comme axe, sans quitter l'incidence normale, en mesurant à chaque instant la quantité angulaire que son plan réfringent a décrite. Ce plan réfringent est d'ailleurs dirigé, par construction, suivant la section principale du rhomboïde, de

sorte qu'il contient sa petite diagonale. Voilà en quoi consiste tout l'appareil.

Si le rayon qui traverse le prisme était composé de lumière naturelle, telle que l'émission la donne, sans avoir été modifiée par la réflexion, l'expérience montre qu'il se partagerait dans le prisme en deux faisceaux, lesquels sortiraient en différentes directions. C'est ce que l'on nomme la réfraction double, laquelle est exercée par tous les corps continûment cristallisés, dont la forme primitive n'est ni un octaèdre régulier, ni un cube. Dans les circonstances particulières que nous venons d'assigner à l'expérience, l'un des deux faisceaux continuerait de suivre la normale d'incidence sans se dévier; et il éprouverait dans le prisme le mode de réfraction ordinaire à tous les corps diaphanes non cristallisés. L'autre faisceau, au contraire, malgré la perpendicularité d'incidence, serait dévié, et sa direction intérieure s'éloignerait de l'axe du rhomboïde, comme s'il en était écarté par une force répulsive; après quoi il sortirait oblique au faisceau ordinaire. Ainsi l'observateur qui se placerait au delà du prisme cristallisé, de manière à recevoir simultanément les deux faisceaux dans l'organe, après leur émergence, verrait deux images de l'orifice circulaire; dont l'une, l'ordinaire, resterait fixe sur le prolongement de la normale d'incidence, tandis que l'autre, l'extraordinaire, suivant toujours la section principale du prisme, tournerait coniquement autour de l'ordinaire, à mesure que l'observateur ferait mouvoir le prisme circulairement. D'ailleurs ces deux images conserveraient toujours des intensités sensiblement égales entre elles, et contiendraient chacune la moitié de la lumière totale transmise.

Voilà ce qui aurait lieu avec la lumière naturellement émise. Maintenant, lorsque cette lumière a été modifiée par la réflexion sous l'angle de Malus, comme nous l'avons supposé, les résultats changent : non pour les routes des deux faisceaux réfractés, qui restent toujours les mêmes; mais leur intensité, qui était auparavant égale et constante dans toutes les positions du prisme cristallisé, passe maintenant par toutes les périodes d'intensité possibles, en conséquence de ce mouvement; chacune des deux images s'accroissant tour à tour aux dépens de l'autre, jusqu'à contenir à elle seule toute la lumière transmise, puis décroissant par les mêmes périodes jusqu'à s'éteindre en totalité. Du reste, dans toutes ces phases de variation, le rayon entier se partage entre elles par une influence commune à toutes ses parties; car les deux images restent incolores.

Si l'on désigne par i l'angle que la section principale du rhomboïde forme à chaque instant avec le plan primitif de réflexion du rayon, cet angle étant d'ailleurs compté continûment de gauche à droite, ou de droite à gauche, depuis 0° jusqu'à 360°, les intensités I_o, I_e, de l'image ordinaire et de l'image extraordinaire, ont les valeurs suivantes, où I exprime l'intensité totale de la lumière transmise :

$$I_o = I \cos.^2 i \quad ; \quad I_e = I \sin.^2 I.$$

Ces expressions, construites empiriquement par Malus, d'après la marche générale du phénomène, ont été confirmées depuis par une multitude d'autres faits, dont la délicatesse excessive ne laisse aucun doute sur leur exactitude rigoureuse.

Un résultat de ces formules, qui se réalise particulièrement jusqu'à l'évidence, c'est que toutes les propriétés physiques, je dirais presque toutes les susceptibilités, que le rayon ainsi préparé manifeste, se montrent exactement pareilles et symétriques des deux côtés du plan de réflexion où il s'est modifié. Donc, en supposant ce plan vertical, comme nous l'avons admis, si l'observateur qui analyse les faisceaux émergents, place d'abord la section principale du rhomboïde verticale aussi, ce qui la fera coïncider avec ce plan même, il ne verra qu'une seule image ordinaire. Mais, s'il détourne tant soit peu le prisme vers la droite ou vers la gauche, l'autre image naîtra; et, pour un écart égal dans ces deux sens, elle prendra des intensités égales, qui varieront exactement suivant les mêmes phases avec une symétrie parfaite. Ceci montre que le rayon réfléchi a acquis des dispositions également symétriques des deux côtés du plan de réflexion; et c'est là une de ses propriétés les plus manifestes.

Or, une fois qu'elle existe, il est mathématiquement évident qu'elle ne saurait être détruite par des actions qui s'exerceraient aussi d'une manière symétrique des deux côtés du même plan. Il semble donc qu'elle devrait subsister encore, si le rayon ainsi modifié est transmis normalement à travers des masses diaphanes homogènes non cristallisées, dont les particules seraient même, si l'on veut, mobiles comme celles des fluides, des vapeurs et des gaz. Car de telles masses, ainsi disposées, paraissent ne pouvoir produire que des résultantes d'actions normales aux surfaces qui les limitent, ce qui les rend incapables d'agir avec dissymétrie, suivant leur propre plan. Cela se confirme en effet, ou semble se confirmer, pour un grand nombre de corps fluides, tels

que l'eau, l'alcool, les acides sulfurique, hydrochlorique et beaucoup d'autres. Mais, sans doute, il peut exister dans de tels corps un autre principe d'action dont nous n'avons pas tenu compte dans le raisonnement qui précède. Car, dans les circonstances de position normale que nous venons de spécifier, certains milieux fluides, ou même aériformes, détruisent cette symétrie primitive du rayon polarisé; et la modifient d'une manière exactement pareille, soit qu'on les agite intérieurement ou qu'on les laisse en repos. D'où il suit que l'effet observé ne résulte pas de certaines relations de position qui pourraient s'établir entre leurs particules, puisqu'il est indépendant de ces relations.

Pour constater ce phénomène, il faut se procurer des tubes cylindriques creux, terminés par des glaces à faces parallèles, les remplir avec les fluides ou les vapeurs que l'on veut éprouver, puis transmettre normalement le rayon polarisé à travers toute la longueur de ces tubes, jusqu'au prisme rhomboïdal disposé comme il a été dit plus haut. Car alors, en observant l'état des deux faisceaux émergents que ce prisme sépare, on peut aisément voir si les phénomènes qu'ils présentent, sont encore pareils et symétriques des deux côtés du plan de réflexion, comme ils l'étaient avant l'interposition de la masse fluide. Or, en effet, un très-grand nombre de milieux semblent laisser cette symétrie intacte. Mais beaucoup d'autres, par exemple plusieurs huiles essentielles, les solutions des diverses sortes de sucre, d'acide tartrique, et une foule de combinaisons neutres, alcalines ou acides, la troublent manifestement; et la troublent de quantités inégales pour les divers rayons simples dont la lumière blanche se compose. Ce qui fait qu'en tournant le prisme rhomboï-

dal autour de la normale, les deux faisceaux émergents se colorent et changent progressivement de teintes, suivant des lois de composition continues, régulières, qui ne rendent que plus manifestes la dissymétrie d'action éprouvée par le rayon autour de son plan de polarisation primitif.

Toutefois, pour bien étudier ce phénomène, et en déterminer les lois exactes, il faut d'abord se débarrasser de cette complication de teintes et opérer sur un rayon d'une réfrangibilité sensiblement fixe. On y parvient de la manière la plus commode, en plaçant dans le trajet du rayon, soit avant qu'il se polarise, soit après qu'il a été polarisé, soit enfin avant ou après le fluide, en un point quelconque de sa route, une petite plaque de verre coloré en rouge par le protoxyde de cuivre, et disposée aussi normalement. Car ces plaques, lorsqu'elles sont convenablement épaisses, ne laissent presque passer que de la lumière rouge, et même d'une seule espèce de rouge voisine de l'extrémité du spectre. Ainsi, en les plaçant dans le trajet du rayon, n'importe en quel point, presque tous les autres rayons de la lumière blanche sont interceptés, et les faisceaux transmis arrivent à l'œil purement rouges, ce qui permet d'étudier isolément les modifications opérées par le fluide sur cette espèce particulière de rayon.

Or, on trouve ainsi que ce rayon a perdu, il est vrai, sa symétrie relativement au plan de réflexion où il s'était primitivement modifié; mais il l'a reprise avec tous ses caractères, autour d'un autre plan, passant de même par sa direction de transmission, et formant avec le premier un certain angle vers la droite ou vers la gauche de l'observateur. Si on l'étudie autour de ce nouveau plan, avec le prisme rhomboïdal, on lui trouve exactement les mêmes caractères que s'il y eût

été primitivement polarisé par la réflexion ; et les deux images qu'il donne en tournant ce prisme, subissent, autour du nouveau plan, des phases d'intensité exactement pareilles à celles qu'on y observait d'abord autour du plan de réflexion primitif, avant que le fluide fût interposé. Quelques épreuves physiques que l'on fasse sur ce rayon, l'on n'y découvre aucune différence avec son premier état, si ce n'est la déviation angulaire que son plan de polarisation a subie.

Or, puisque le fluide, agissant comme il fait sous l'incidence normale, ne peut en masse exercer une action déviante latérale vers la droite ou vers la gauche, et que tout soupçon d'agrégation régulière est écarté par la possibilité d'agiter arbitrairement ses parties sans changer l'effet, il faut nécessairement que l'action déviante soit individuellement exercée par ses particules, dans lesquelles seules une raison de dissymétrie peut exister. S'il en est ainsi, la déviation produite par une même espèce de particules agissant successivement sur un même rayon, devra être proportionnelle à leur nombre, par conséquent à l'épaisseur du milieu fluide que le rayon traversera. C'est en effet ce qui a lieu de la manière la plus exacte, comme on le constate avec facilité, en mesurant la déviation ainsi opérée à travers des tubes de diverses longueurs, par le même milieu, dans les mêmes conditions de composition, de densité, et de température.

Jusqu'ici j'ai supposé que les observations étaient faites sur un rayon rouge ; on peut en faire d'analogues sur le rayon vert, car il existe des verres colorés, je crois, par le chrome, qui ne laissent presque passer que cette espèce de rayon. Alors on y observe encore le rapport constant de proportionnalité entre les déviations et les épaisseurs ; mais

la quantité absolue de la déviation y est généralement plus grande que pour le rayon rouge; je dis généralement, parce que le contraire pourrait avoir lieu dans les solutions d'acide tartrique, sous certaines conditions physiques que je spécifierai.

On peut suivre la déviation du plan de polarisation par ces procédés, jusque vers les trois quarts d'une circonférence. Mais au delà de ce terme, la lumière transmise par les verres, même par le rouge, commence à n'être plus assez homogène pour offrir une déviation sensiblement commune à toutes ses parties; et ainsi le faisceau émergent ne paraît plus complétement polarisé en un sens unique. Pour continuer l'observation plus loin, il faut employer une lumière plus homogène, par exemple celle que donne la flamme de l'alcool salé, qui est presque d'une seule espèce de jaune. Alors on peut suivre la rotation et en constater l'uniformité jusqu'à plusieurs circonférences, comme M. Babinet me l'a fait voir sur une plaque de cristal de roche, épaisse de 81^{mm}, et remarquable par sa continuité.

Dans toutes les substances jusqu'ici observées, à l'exception de l'acide tartrique, le rapport des déviations pour des rayons de réfrangibilités diverses, est presque identique et réciproque aux carrés des longueurs de leurs accès, comme je l'ai trouvé depuis longtemps, par des expériences faites dans la chambre obscure, avec la lumière prismatique simple. Fresnel avait adopté cette loi (1). En y appliquant le mode

(1) Fresnel la supposait générale et rigoureuse, comme je le croyais aussi alors, et il en faisait une propriété de la lumière. Je n'avais pas encore reconnu, à cette époque, la singulière exception qui la change tota-

de composition des rayons simples, que Newton a donné, on en déduit par le calcul toutes les nuances diverses que les faisceaux réfractés doivent présenter, et en effet présentent, à toutes les épaisseurs d'une même substance, lorsque l'on connaît la déviation absolue qu'elle imprime sous une certaine épaisseur, à un rayon de réfrangibilité définie. Ce résultat étant établi, on en conclut inversement la déviation absolue des rayons simples, d'après l'observation des images colorées, données par la lumière blanche; et même on obtient ainsi des indices d'une délicatesse excessive, en observant spécialement certaines successions de teintes que le calcul désigne comme particulièrement propres à cet usage, ce qui est extrêmement commode dans beaucoup de cas.

Cette exacte proportionnalité des déviations aux épaisseurs dans chaque système fluide doué du pouvoir rotatoire, confirme bien sans doute que la déviation totale observée à chaque épaisseur, est la somme des déviations infiniment petites opérées consécutivement par les groupes moléculaires qui se sont trouvés sur le trajet du rayon. Maintenant on peut confirmer aussi par des épreuves directes, que l'action

---

lement dans les solutions d'acide tartrique; et je n'étais pas non plus parvenu encore à constater les différences excessivement petites, à la vérité, mais pourtant sensibles, qu'elle présente même dans les autres substances douées du pouvoir rotatoire. J'y ai réussi depuis, en mélangeant des huiles essentielles de pouvoir contraire, suivant les proportions convenables pour que la rotation totale d'un des rayons, du rouge par exemple, fût détruite par compensation. Car alors celle des autres rayons ne s'est pas trouvée tout à fait compensée, quoiqu'elle fût bien près de l'être; et leurs résidus présentaient avec la lumière blanche des teintes différentes de celles qu'aurait données la raison inverse du carré des accès.

de ces groupes leur est individuellement propre, et s'exerce indépendamment de toute connexion avec les autres groupes actifs du système dont ils font partie. Car, ayant mesuré la déviation imprimée par un tel système à un rayon de réfrangibilité quelconque, sous une certaine épaisseur, cette déviation restera identiquement la même si vous agitez le système; si vous communiquez à ses particules des mouvements soit absolus, soit relatifs; enfin si vous les écartez les unes des autres à des distances quelconques en les délayant dans des milieux actifs ou inactifs, qui ne contractent pas avec elles d'union chimique capable de changer leur constitution. Dans tous ces cas, le même poids total, conséquemment la même somme de particules actives consécutivement disposées, imprimera au rayon polarisé primitif les mêmes modifications; et si ce rayon est composé de lumière blanche, les faisceaux transmis par le prisme rhomboïdal prendront identiquement les mêmes teintes, avec les mêmes phases, pour chaque position angulaire qu'on lui donnera. De sorte que la variation de distance établie entre les particules actives n'apportera aucun changement quelconque observable dans les effets définitifs.

Il existe donc pour chaque système actif, une certaine valeur angulaire de la déviation, que l'on pourrait appeler *spécifique*. C'est celle que ce système imprimerait à un rayon de réfrangibilité définie et fixe, à travers une épaisseur égale à l'unité de longueur, et avec une densité fictive égale à l'unité de densité. J'ai nommé cette déviation le *pouvoir rotatoire moléculaire*, en choisissant le rayon rouge pour la spécifier. C'est un nouvel élément à joindre aux autres qualités caractéristiques des corps matériels.

De même que toute variation de la densité d'un corps annonce et prouve un changement survenu dans le mode d'agrégation de ses parties, de même tout changement du pouvoir rotatoire moléculaire, calculé comme nous venons de le dire, annonce et prouve que la constitution individuelle des particules a éprouvé quelque modification. Mais la permanence de ce pouvoir ne prouve pas nécessairement la permanence de la constitution moléculaire; des systèmes différents pouvant avoir un pouvoir rotatoire égal, comme des corps très-dissemblables d'égales densités.

Je dois spécifier qu'ici j'emploie le terme de constitution moléculaire dans son acception la plus générale, c'est-à-dire en y comprenant, outre les parties matérielles pondérables, les quantités jusqu'ici inconnues, et non perceptibles, de principes impondérables qui peuvent leur être associés. On verra en effet plus loin qu'un de ces principes, au moins, le calorique, paraît agir dans ces phénomènes comme élément constituant des particules, et comme influant sur leurs propriétés actives par sa quantité.

Le pouvoir rotatoire moléculaire ou spécifique, tel que je viens de le définir, se conclut très-aisément des déviations observées dans des circonstances physiques connues; et réciproquement ce pouvoir étant connu, on en déduit les déviations que le système, supposé inaltéré, produira dans toute circonstance assignable. Pour donner un exemple très-général et très-usuel de cette détermination, je suppose que la substance que l'on considère n'est pas observée pure, mais à l'état de mélange dans un milieu inactif qui n'altère pas sa constitution moléculaire. Admettons qu'elle entre pour la proportion de poids ε dans le système mixte; que celui-ci ait la densité δ,

et qu'on l'observe à travers un tube de la longueur l : soit α la déviation opérée dans ces circonstances sur le plan de polarisation du rayon type, et $[\alpha]$ le pouvoir rotatoire spécifique défini plus haut, $[\alpha]$ sera la valeur de α pour le cas particulier où l'on aurait

$$\varepsilon = 1 ; \qquad \delta = 1 ; \qquad l = 1$$

Concevons l'expérience réellement faite dans ces dernières conditions avec un tube d'un diamètre quelconque ; à travers lequel un rayon de lumière polarisée est transmis normalement, à une distance finie de ses bords. Si l'on réduit la longueur, conséquemment le poids, du cylindre actif intérieur, dans la proportion ε, la déviation $[\alpha]$, s'affaiblira suivant le même rapport, d'après la loi de proportionnalité ; et ainsi elle deviendra $[\alpha]\varepsilon$. Ce résultat ne changera pas si l'on achève de remplir le tube avec une substance inactive quelconque, ayant aussi la densité 1 ; et il restera encore le même, si l'on mêle ensemble toutes les parties du nouveau système, sans qu'il s'opère de réaction chimique, et sans que la densité commune varie. Car un tel mélange devenu uniforme ne fera que répartir le même poids de particules actives sur la longueur entière 1 de chaque filet fluide, en leur donnant seulement d'autres intervalles, ce qui ne changera point leur effet total.

Maintenant, si l'on condense ou si l'on dilate idéalement ce système mixte sans altérer sa nature, ni ses dimensions, de manière que sa densité qui était 1, devienne δ, le poids absolu de substance active contenu dans chaque filet longitudinal variera dans ce même rapport ; et ainsi la déviation $[\alpha]\,\varepsilon$ en sera augmentée ou diminuée proportionnellement à δ ; de sorte qu'elle deviendra $[\alpha]\,\varepsilon\,\delta$ après ce changement.

Enfin, si l'on met ainsi plusieurs tubes de la longueur 1 à la suite les uns des autres, de manière à former la longueur l, et que le même rayon polarisé les traverse tous longitudinalement, la déviation $[\alpha]\,\varepsilon\,\delta$ croîtra encore proportionnellement à l; ce qui produira définitivement la déviation $[\alpha]\,l\,\varepsilon\,\delta$, observable dans ces circonstances générales. Donc, puisque nous représentons celle-ci par α, on aura

$$\alpha = [\alpha]\,l\,\varepsilon\,\delta$$

d'où l'on tirera $[\alpha]$, c'est-à-dire, le pouvoir rotatoire moléculaire ou spécifique, d'après l'observation de α; et réciproquement on calculera la déviation observable α, d'après ce pouvoir, lorsque les valeurs particulières de l, ε, δ, seront assignées.

Depuis que je m'occupe de ce genre de phénomènes, j'ai appliqué cette formule à une infinité de cas divers, tant par la nature des substances que par les circonstances physiques où je les observais. J'ai toujours trouvé le pouvoir rotatoire moléculaire $[\alpha]$, constant pour chaque substance, comme il doit l'être, lorsque les conditions successivement diverses où je la plaçais, paraissaient de nature à n'avoir qu'une influence très-faible ou insensible sur sa constitution. Ainsi les huiles essentielles actives mêlées à des huiles grasses blanchies par la lumière, m'ont paru y porter leur pouvoir propre inaltéré; du moins autant que j'en ai pu juger par les épreuves les plus délicates, effectuées aussitôt après la mixtion. Les solutions de sucre de cannes dans l'eau, formées dans des proportions, conséquemment avec des densités très-diverses, m'ont présenté, aussi dans le pouvoir de cette subs-

tance, presque la même constance, quoique non pas tout à fait aussi rigoureusement, comme il était naturel de s'y attendre. Je rapporterai bientôt de nouvelles expériences sur d'autres produits, dont le pouvoir rotatoire moléculaire s'est ainsi montré sensiblement invariable, depuis l'état gommeux et sirupeux des solutions, jusqu'aux degrés de dilution les plus étendus où j'ai pu les suivre. Le sucre de cannes modifié par la chaleur, et devenu incristallisable, a manifesté presque aussi exactement cette constance dans l'état solide et dans l'état de solution récente. J'ai tenté de pousser l'épreuve, pour l'essence de térébenthine, depuis l'état liquide à 10° de température au-dessous de la glace fondante, jusqu'à l'état de vapeur en mouvement. Mais, pour ce dernier cas l'explosion de l'appareil m'a permis de constater seulement la permanence du sens de la rotation ; et il serait peut-être à désirer que cette expérience fût réitérée pour ce but, avec des dispositions plus sûres, au moyen d'appareils analogues à ceux qu'un ministre éclairé, qui n'est plus (1), m'avait donné le moyen d'effectuer.

Maintenant, au lieu de chercher à conserver ainsi au système actif une constitution moléculaire constante, plaçons-le dans des circonstances où cette constitution doive varier; soit par l'action chimique immédiate d'autres corps actifs ou inactifs que l'on y mêle ; soit en vertu de leur affinité pour le milieu commun où la substance que l'on étudie est dissoute; soit enfin par la seule variation de la température de ce milieu même, comme j'en donnerai bientôt des exemples.

(1) M. Lainé, alors ministre de l'intérieur.

Alors, à moins d'une particularité exceptionnelle, qui doit bien rarement se rencontrer, si elle est possible, le changement de constitution des groupes actifs deviendra aussitôt manifeste par le changement du pouvoir rotatoire spécifique. En outre, l'intensité de ces changements, le sens dans lequel ils ont lieu, la marche de leurs progrès, selon les doses employées, selon les températures, et aussi selon le temps donné à la réaction pour s'accomplir, tout cela fournira autant d'indications immédiatement observables qui en seront des caractères propres, d'après lesquels on pourra, dans beaucoup de cas, assigner les conditions de formation ainsi que les proportions numériques des combinaisons invisiblement opérées. Ce que l'on fera d'autant plus sûrement, qu'on n'en jugera point d'après des inductions tirées *à posteriori* des produits qu'on peut extraire du système, mais par des phénomènes physiquement liés à son état actuel, et individuellement opérés par les particules mêmes dont on veut définir présentement l'action. J'ai déjà donné, dans mes précédentes recherches, l'exemple de divers résultats de ce genre ainsi établis. J'espère prouver, dans le mémoire qui va suivre, que plusieurs questions fondamentales de la mécanique chimique peuvent être résolues directement et sûrement par ces procédés.

Lorsqu'on étudie des phénomènes aussi nouveaux, il faut sans doute se garder d'en étendre témérairement les caractères par des hypothèses; mais il faut également éviter d'en restreindre les conséquences possibles par une interprétation trop bornée de leurs indications. Ce motif m'a fait soigneusement examiner si les notions précédentes offraient bien l'expression nécessaire et complète des faits observés; et il

m'a paru que ceux-ci pouvaient cacher un principe d'action beaucoup plus puissant, comme plus général.

Lorsque nous reconnaissons qu'un rayon lumineux est polarisé par la réflexion suivant un certain plan, cela veut seulement dire qu'en le transmettant dans un rhomboïde de spath d'Islande dont la section principale est parallèle au plan dont il s'agit, le rayon passe simple sous l'influence de la réfraction ordinaire; et qu'en général, analysé par ce rhomboïde, il présente tous les caractères de symétrie et de divisibilité établis par Malus. Or, les mêmes apparences, et les mêmes caractères, s'observeraient encore sans aucune exception, si la glace réfléchissante était tournée coniquement de 180° autour du rayon transmis, le rhomboïde restant fixe; ce qui amènerait le nouveau plan de réflexion en coïncidence intervertie avec le premier. Et l'on pourrait le faire ainsi tourner successivement d'une, deux, trois, quatre, ou généralement d'un nombre entier quelconque de demi-circonférences, sans que l'observateur placé derrière le rhomboïde pût nullement s'en apercevoir.

Donc lorsque, ayant transmis un tel rayon à travers une certaine épaisseur d'un corps fluide, nous trouvons, après l'émergence, son plan de polarisation actuel devié d'une certaine quantité de sa position primitive, par exemple de 10° à droite, nous ne pouvons pas savoir, par ce seul indice, si le plan a réellement tourné dans l'intérieur du corps de 10° juste, ou de cette quantité augmentée d'un certain multiple quelconque de la demi-circonférence. Désignons celle-ci par π, et nommons N le multiple inconnu, mais possible. L'expression complète de la déviation observée ne sera pas $+ 10°$, mais $10° + N\pi$, ou généralement $A + N\pi$, A désignant une

quantité positive ou négative, qui croît proportionnellement à l'épaisseur sensible du milieu actif que le rayon a traversé.

Rien, dans les apparences observables, ne peut nous apprendre la valeur possible du nombre entier N; mais le caractère individuellement moléculaire de l'action, et le mode successif selon lequel nous avons reconnu qu'elle s'exerce, exigent que ce nombre, s'il n'est pas nul, soit la somme d'éléments analogues, et même égaux, qui seraient développés successivement, dans toute l'épaisseur du milieu actif, par l'effet propre de chaque groupe moléculaire que le rayon polarisé rencontre, ou près desquels il passe à une assez petite distance pour en être modifié.

Ainsi le premier groupe moléculaire fera tourner le plan de polarisation primitif d'un certain nombre entier de demi-circonférences exprimé par $n\pi$, plus une quantité angulaire a, positive ou négative, mais infiniment petite, et qui sera seule perceptible à nos observations. Pour fixer les idées, supposons-la positive et dirigée vers la droite de l'observateur. Avec cette direction nouvelle de polarisation, le rayon arrive au second groupe moléculaire qui lui imprime une modification pareille et exactement égale; car nous supposons le milieu homogène. Le nouveau plan de polarisation décrit donc un nouvel arc $n\pi + a$ égal au précédent; et il se trouve ainsi dévié de l'angle $2a$ à droite de sa polarisation primitive, seule chose que nos instruments nous font voir.

Le troisième groupe et les suivants, réitérant ce mode d'action sur le rayon déjà dévié, continuent de l'écarter de son plan actuel de la même manière, ce qui lui donne, à partir de son plan primitif, les déviations apparentes successives $3a$, $4a$, $5a$, dont le terme général croît proportionnel-

lement à l'épaisseur, et compose la déviation définitive apparente que nous observons. Mais alors, outre cette déviation, le plan de polarisation peut encore avoir décrit un multiple quelconque de demi-circonférences, égal à la somme totale des multiples que les groupes moléculaires consécutifs lui auront fait décrire successivement; et, comme nous ne pouvons pas subdiviser individuellement ces groupes, le multiple individuel n nous échappera toujours.

D'après cela, le sens final de la déviation vers la droite ou vers la gauche de l'observateur pourrait n'être qu'une apparence produite, dans ces deux cas, par un mouvement moléculaire réel de même sens, dont la portion complémentaire de la demi-circonférence serait seulement positive ou négative, c'est-à-dire, en excès ou en défaut sur un multiple entier. Ainsi, quand nous voyons un même milieu passer progressivement et continûment d'une de ces apparences à l'autre, par la seule diminution ou augmentation graduelle d'un des éléments pondérables ou impondérables qui le constituent, comme j'en donnerai des exemples, il se pourrait que la rotation qu'il imprime aux plans de polarisation ne changeât réellement pas de sens, mais seulement de grandeur ou de vitesse; ce qui rendrait la continuité de ces changements physiquement plus facile à concevoir que ne l'est une inversion réelle de la rotation.

Et, de même, il se pourrait qu'il n'existât réellement pas de corps à rotations contraires, mais que tous déviassent les plans de polarisation dans un sens unique, vers la droite, par exemple, ou vers la gauche, le petit arc élémentaire a étant seulement pour les uns positif, pour les autres, négatif, avec des valeurs d'ailleurs très-différentes du multiple

entier n. Et alors les corps désagrégés, ou fluides, dans lesquels on n'a pas encore reconnu la propriété rotatoire, pourraient la posséder comme les autres, avec la seule condition que la quantité élémentaire a associée au multiple entier y fût nulle, ou si petite qu'elle n'ait pas encore pu devenir sensible dans les petites épaisseurs où nous les avons étudiés. Cela aiderait à comprendre comment des substances excessivement voisines ou même identiques dans leur composition chimique pondérable peuvent nous paraître avoir ou n'avoir pas cette propriété, ou même l'exercer en sens contraire; puisqu'il n'y aurait en effet, entre ces différents cas, que des différences graduelles de quantité, sans inversion ni opposition de mouvement.

Si le phénomène s'opérait de cette manière, il serait naturel que la petite quantité élémentaire a, et le multiple moléculaire n, eussent, dans un même milieu, des valeurs différentes pour les rayons de diverse réfrangibilité; d'où résulterait la diversité qu'on observe dans les déviations finales de leurs plans de polarisation. Mais alors il ne serait plus si étrange de voir qu'un même milieu, offrant d'abord ces déviations de même sens pour tous les rayons, pût, par des modifications de circonstances physiques ou chimiques très-peu profondes ou même passagères, intervertir ce sens pour certains rayons seulement, les violets, par exemple, en le conservant pour les autres, comme j'en donnerai des exemples plus loin; car, dans ce cas, il n'y aurait pas d'inversion réelle, mais seulement accélération ou ralentissement de la rotation.

Enfin ces singulières affections de la lumière se trouveraient ainsi rapprochées du seul phénomène naturel qui

jusqu'ici paraît avoir avec elle quelque rapport. Je veux parler du caractère révolutif découvert par Oersted dans les influences magnétiques développées par l'électricité en mouvement. En effet, ce caractère, considéré relativement à ses origines polaires, est toujours de même sens dans tous les corps conducteurs; et l'influence ainsi développée imprime aux éléments magnétiques extérieurs des mouvements rotatoires continus, différant par les seules conditions d'intensité et de vitesse; mouvements qui offriraient des apparences exactement pareilles aux déviations finales des plans de polarisation, si on les observait par des procédés semblablement limités.

Pour constater cette analogie, ou plutôt cette similitude, concevons un appareil voltaïque formé avec des plaques de zinc et de cuivre, dont les pôles soient mis en communication par un long fil métallique tendu horizontalement du nord au sud, le bout nord de ce fil s'attachant au pôle cuivre de l'appareil, le bout sud au pôle zinc. Plaçons hors du fil une particule de magnétisme austral qui y soit attachée par un lien immatériel, à une distance fixe, de manière à pouvoir seulement tourner autour du fil, non s'en éloigner. Enfin établissons un observateur au bout sud du fil, du côté du pôle zinc, les yeux fixés vers l'autre bout, comme si le fil représentait un rayon de lumière dirigé ainsi vers son organe. A l'instant où les deux bouts du fil seront mis en contact avec les pôles de la pile, l'observateur verra l'élément de magnétisme austral, extérieur au fil, se mettre en mouvement autour du fil, de la gauche vers la droite, et tourner ainsi continûment tant que la communication subsistera. Cette rotation sera de même sens, quelle que soit la

nature du fil conjonctif. Elle sera seulement plus ou moins rapide selon la matière dont il sera formé; et la force qui l'excite deviendra nulle quand l'électricité cessera d'être transmise. Concevons donc idéalement que la communication soit ainsi rompue d'une manière soudaine, et que l'observateur ait la faculté de déterminer la situation angulaire où la particule magnétique mobile est parvenue à ce même instant. Il verra qu'elle a décrit un certain nombre de révolutions complètes, plus un certain arc qui l'amène définitivement à droite ou à gauche du plan vertical. Mais, si le procédé d'observation employé ne lui permettait de voir que cet écart final, et s'il supposait, par une conception trop restreinte, que c'est là tout le mouvement opéré, il en conclurait inexactement que la rotation a été dirigée, tantôt vers la droite, tantôt vers la gauche dans différents fils, ou dans différents états du même fil, bien qu'en réalité elle se fût toujours accomplie dans un même sens. A la vérité, en se bornant toujours à ne voir que les déviations finales, s'il les mesure dans un même fil, pour des décharges d'électricité d'abord très-petites, puis progressivement croissantes par degrés très-rapprochés, il pourra reconnaître le sens réel d'accroissement de ces déviations, comme nous le faisons pour la lumière polarisée, en l'étudiant à travers des épaisseurs graduées d'un même milieu. Et s'il ne borne pas la valeur de cet indice par une interprétation trop restreinte, je dirai même inexacte, il devra en conclure, non la réalité, mais la possibilité d'un mouvement rotatoire continu et de même sens qui les produirait. C'est précisément ce que je viens de faire pour le déplacement des plans de polarisation; et l'incertitude où nous sommes sur la valeur possible du mul-

tiple entier n, dans les groupes moléculaires, vient uniquement de ce que nous ne pouvons pas les subdiviser, comme nous subdivisons les longueurs finies formées par leur assemblage. La double interprétation que ce phénomène comporte, dans les bornes de nos connaissances actuelles, est absolument indépendante des idées que l'on peut se faire sur la nature du principe lumineux.

J'ai dit plus haut que, pour certaines modifications chimiques progressives et en apparence très-faibles, on voit les déviations finales des plans de polarisation décroître, s'étendre, puis s'intervertir; et j'ai fait remarquer la vraisemblance que cette continuité donne à la permanence du sens réel de la rotation dans ces circonstances si voisines, sens qui pourrait même être identique pour tous les corps. Ceci, au premier coup d'œil, peut sembler rompre l'analogie avec les phénomènes des fils conjonctifs. Car, dans les dispositions d'expérience assignées plus haut, le mouvement rotatoire excité par ces fils changerait, ou plutôt paraîtrait changer de sens, si l'observateur se plaçait au bout cuivre au lieu de se placer au bout zinc, comme nous l'avions d'abord supposé. Mais il faut remarquer que ce déplacement met l'observateur dans une condition inverse, relativement aux sources du phénomène électrique; au lieu que nous ne pouvons intervertir cette origine pour la lumière, l'organe devant être toujours opposé au point d'émission. L'analogie, si on voulait la suivre, serait donc pour l'identité du sens de mouvement des plans de polarisation dans tous les corps; comme on l'observe pour des molécules magnétiques semblables à travers les fils conjonctifs de toute nature,

quand on conserve les mêmes conditions physiques relativement à l'origine de leurs actions.

Dans l'enseignement de l'astronomie, lorsqu'on a décrit les apparences offertes par le mouvement diurne du ciel, on présente aussi l'interprétation équivalente qu'on peut en donner, par le mouvement rotatoire de la terre en sens contraire; et l'on s'en remet à la découverte d'analogies ultérieures pour déterminer laquelle de ces deux solutions exprime la réalité. C'est ce que je viens de faire pour la lumière.

Mais, de même qu'après avoir spécifié cette alternative, les astronomes emploient des systèmes de coordonnées prises sur la surface terrestre supposée fixe, et continuent à y rapporter les phénomènes observables, de même, et sous de pareilles conditions d'équivalence, je continuerai d'énoncer les déviations des plans de polarisation d'après leur seule apparence finale, sous-entendant toujours la possibilité de l'autre interprétation que ces apparences admettent, et que je viens de signaler.

§. 2. *Des propriétés spéciales manifestées par l'acide tartrique dans son action sur la lumière polarisée.*

L'acide tartrique dissous dans l'alcool, l'esprit de bois, l'eau, soit pure, soit mêlée aux acides sulfurique ou hydrochlorique, exerce sur la lumière polarisée un pouvoir de rotation dont le caractère moléculaire se découvre par les mêmes indices, et se démontre par les mêmes preuves que pour les autres substances où cette propriété s'observe; mais il diffère de toutes par le mode spécial, suivant lequel il disperse les plans de polarisation des rayons de diverse réfrangibilité.

Car, au lieu de les dévier d'autant plus que la réfrangibilité est plus grande en raison exactement, ou presque exactement réciproque aux carrés des longueurs des accès, l'acide tartrique, dans les circonstances que je viens de désigner, exerce sur ces plans des dispersions, dont les rapports varient avec la nature, les proportions et la température des milieux où il est dissous, en offrant d'ailleurs des caractères entièrement différents de ceux que l'universalité des autres substances présente. Par exemple, dans l'eau pure, il imprime généralement la plus grande déviation aux rayons verts, la moindre aux violets, distribuant les autres entre ces extrêmes, suivant un ordre qui semble n'avoir aucun rapport fixe avec leur réfrangibilité. Cela est ainsi, du moins, pour tous les cas de dosage et de température où il m'a été possible de l'étudier. Ce fait peut se constater directement par l'observation à travers des verres colorés, rouges, verts, et violets même. Car on en trouve aussi de cette dernière teinte qui se laissent traverser presque uniquement par les rayons violets et rouges, comme on le voit en décomposant par des prismes la lumière qu'ils transmettent ; de sorte que l'analyse des faisceaux polarisés, opérée à l'aide d'un tel verre, donne sinon la déviation absolue des plans de polarisation de la lumière violette, du moins la position relative de ces plans comparée à celle des rayons verts et rouges que l'on peut isolément observer. Ce mode particulier de dispersion se décèle encore par la nature des teintes composées qu'il donne aux deux faisceaux réfractés dans le prisme rhomboïdal, lorsque la lumière transmise à travers les solutions tartriques est blanche ; et quoique ce genre d'observa-

tion ne fournisse que des résultats complexes, il est cependant utile par l'évidence de leurs indications. J'en ai rapporté de nombreux exemples dans un précédent mémoire, et j'en consignerai encore ici d'autres spécialement appropriés à ce but.

Lorsque l'acide tartrique est dissous dans l'alcool ou dans l'esprit de bois, les dispersions qu'il exerce sur les plans de polarisation suivent d'autres rapports que dans l'eau pure, et l'on peut les déterminer expérimentalement par les mêmes procédés; mais on trouve encore que ces rapports diffèrent totalement de ceux que l'universalité des autres substances présente.

En outre, dans ces diverses solutions, l'acide tartrique ne montre pas un pouvoir rotatoire égal, ni même constant pour chaque milieu de composition fixe, comme cela arriverait si ses particules ne faisaient que se désagréger et se répandre dans les vides d'un espace indifférent à leur présence; ce pouvoir varie selon la nature, les proportions et la température du dissolvant. Ainsi, dans tous ces cas, l'acide tartrique dissous forme avec les particules du milieu qui l'environne un groupe moléculaire nouveau, où elles reçoivent de son influence le pouvoir rotatoire qu'elles ne possédaient pas, ou qu'elles ne manifestaient pas isolément. Et, puisque l'intensité spécifique de ce pouvoir, calculé pour l'acide seul, se montre variable selon les circonstances énoncées plus haut, il faut que le groupe résultant varie aussi avec ces circonstances; de sorte que, même dans un milieu de nature constante, il change avec les proportions. Enfin, lorsque la nature du milieu et sa composition restent les mêmes, le groupe formé, quoique isomérique dans ses éléments pondérables,

montre encore des variations d'action dépendantes de la température; le pouvoir rotatoire croissant quand elle s'élève, décroissant quand elle s'abaisse, et réitérant à volonté ces alternatives, ce qui prouve qu'entre les limites où l'on peut ainsi les reproduire, l'acide est seulement affecté passagèrement, non modifié d'une manière durable. D'après certaines expériences que je rapporterai plus loin, on pourrait soupçonner que ces variations ne sont pas déterminées, au moins uniquement, par l'impression extérieure de la chaleur sensible, mais qu'elles dépendent aussi de la quantité de calorique existante dans le système mixte, comme élément de composition.

J'ai exposé dans un précédent mémoire les lois physiques suivant lesquelles ces phénomènes s'accomplissent pour les rayons diversement réfrangibles, lorsque l'acide est simplement dissous dans l'eau pure en diverses proportions; et les nombreuses expériences que j'ai dû répéter depuis sur ce genre de solutions n'ont fait que me confirmer davantage l'exactitude des résultats que j'avais énoncés. Comme la permanence de ces lois, ou leur altération, constitue, pour ainsi dire, le réactif que j'emploierai pour apprécier les modifications que l'acide tartrique éprouve lorsqu'on introduit d'autres substances en sa présence dans les solutions aqueuses, il est nécessaire d'en rappeler ici l'expression générale.

Elle consiste en ce que, pour une même température, le pouvoir rotatoire spécifique de l'acide sur un même rayon varie proportionnellement à la proportion pondérable d'eau pure contenue dans la solution mixte; de sorte que le lieu géométrique qui représente ces pouvoirs est une ligne droite dont la proportion d'eau est l'abscisse. Si la température

change et passe à un autre degré pareillement fixe, le lieu géométrique des pouvoirs est une autre droite parallèle à la première; c'est-à-dire que le coefficient de la proportionnalité ne varie pas, mais seulement la constante, laquelle croît quand la température monte et décroît quand elle s'abaisse ; et ainsi pour les diverses températures le lieu général des pouvoirs de l'acide sur un même rayon est un système de droites parallèles entre elles. Mais ce système est différent pour les rayons d'inégale réfrangibilité. D'où il suit que, si l'on étudie la même solution à diverses températures, ou des solutions de proportions diverses à une température constante, en les faisant traverser par un rayon de lumière polarisée blanche, les faisceaux réfractés par le prisme rhomboïdal offrent, pour ces différents cas, des séries de teintes absolument différentes dans leur composition et leur mode de succession, ce qui n'a lieu pour aucune autre substance : mais toute cette complication n'est qu'apparente, et résulte des lois simples que je viens d'expliquer.

Cette constante proportionnalité du pouvoir rotatoire à la proportion d'un des deux principes du système liquide, semble indiquer que le phénomène de la déviation pourrait bien ne pas résulter, au moins uniquement, d'une action de masse à masse, comme les phénomènes astronomiques, mais dépendre d'une action de masse exercée sur une substance impondérable. L'importance de cette induction m'a fait examiner avec beaucoup de soin le caractère physique qui la suggérait, et qui consiste dans la construction même du pouvoir rotatoire par une ligne droite à température constante. J'ai vu ainsi ce caractère se confirmer en se généralisant.

Je suis parvenu à cette conséquence en l'étudiant dans

des cas plus complexes, où il se développe avec plus d'extension.

L'expérience, en effet, nous apprend que des lois de simple proportionnalité physique sont seulement les premiers termes du développement des lois complètes, premiers termes qui, suffisant dans certaines limites d'observation, ont besoin, quand ces limites s'étendent, d'être corrigés par l'évaluation des termes plus éloignés; de sorte que la ligne droite qui construisait les premiers résultats n'est réellement que la tangente de la courbe qui en exprime le lieu véritable.

Heureusement j'ai trouvé un système chimique où l'acide tartrique se trouve engagé par des affinités assez faibles, et en même temps assez variables, pour que l'on puisse y voir se développer entièrement les modifications progressives de son pouvoir rotatoire. Ce système est composé de trois corps, l'acide tartrique, l'eau, et l'acide borique, réunis à l'état liquide par l'effet, de leur mutuelle réaction exercée à froid. J'exposerai à part, dans la suite de ce travail, les expériences que j'ai faites sur cette combinaison ternaire qui s'accomplit immédiatement et instantanément, lorsqu'on mêle les trois substances qui la forment. Ici je me bornerai à rapporter une conséquence qui en résulte. C'est que, dans un pareil système liquide de trois corps dont l'acide tartrique fait partie, si l'on prend deux quelconques des éléments en proportion constante, et qu'on fasse varier le troisième, le pouvoir rotatoire de l'acide est exprimé par l'ordonnée d'une hyperbole équilatère dont l'abscisse est la proportion pondérable du troisième élément. Un cas particulier de cette loi générale est celui où la proportion de l'acide borique serait nulle; et alors le pouvoir

de l'acide tartrique dissous dans l'eau seule se trouve exprimé par une pareille hyperbole, dont l'abscisse est la proportion d'eau. En effet, l'hyperbole ainsi conclue reproduit exactement toutes les valeurs de ce pouvoir propres aux solutions purement aqueuses, telles que je les avais obtenues par des expériences directes, quoique celles-ci n'aient été nullement employées comme données par le calcul. Mais cette hyperbole, dans la partie de son cours qui se réalise expérimentalement, est si peu courbe, que l'observation immédiate ne saurait la distinguer d'une ligne droite. C'est pour cela qu'elle s'était présentée comme telle dans mes premiers résultats. Nous retrouverons la même apparence rectiligne dans les combinaisons de l'acide tartrique avec la potasse et la soude par l'intermédiaire de l'eau, lorsque la proportion de celle-ci à l'alcali sera maintenue constante; mais éclairés par ce qui précède, nous saurons que la ligne droite indiquée alors par les expériences n'est aussi que la tangente d'une hyberbole équilatère, dont on ne réalise qu'un très-petit arc. Il n'est pas sans intérêt de remarquer que cette généralisation de la loi physique propre à ce genre de phénomènes, maintient et fortifie l'induction qu'ils ne résultent pas uniquement d'une réaction mutuelle exercée entre des éléments pondérables; car le développement de l'ordonnée hyperbolique ainsi définie a pour premier terme variable la simple proportion de l'élément matériel qui est demeuré variable dans la combinaison.

Dans ces derniers cas, où l'acide tartrique est sollicité par une affinité puissante, comme aussi quand il se combine avec l'ammoniaque, l'alumine, la glucine, ou même l'acide borique, il perd tout à coup la spécialité de dispersion qu'il

exerçait sur les plans de polarisation lorsqu'il était dissous dans l'eau pure; et les produits nouveaux qu'il forme agissent sur les rayons diversement réfrangibles, suivant cette proportion sensiblement réciproque au carré des accès, qui se trouve jusqu'ici commune à toutes les autres substances douées du pouvoir rotatoire. Ce changement total et subit fournit donc un caractère sensible, par lequel on reconnaît que l'acide a formé ainsi une nouvelle combinaison; et en mesurant les valeurs successives de son pouvoir rotatoire, sous l'influence de la même substance à différentes doses, la constance de ce pouvoir ou sa variabilité fait connaître si la combinaison est toujours moléculairement la même, ou différente, selon les doses employées; et, lorsqu'elle est différente on voit si elle change par intermittences discontinues, ou par gradation continûment progressives. On décide donc par là, directement, sans supposition, et par un caractère physique sensible, mais uniquement pour l'état fluide, la grande question chimique de la possibilité des combinaisons en proportions définies seulement, ou aussi en proportions indéfinies. Car cette alternative, exprimée peut-être avec plus de précision qu'on n'a coutume de le faire, consiste réellement dans l'intermittence ou la continuité des nombres, qui expriment les proportions pondérables, suivant lesquelles deux substances mises en présence, avec des doses quelconques, peuvent s'unir chimiquement, et former un système moléculaire nouveau, doué de propriétés spéciales. Les expériences que je vais rapporter, prouveront, je crois, évidemment, que, dans les systèmes liquides, les combinaisons ne s'opèrent point uniquement par intermittences; et que toutes les particules mises en présence réagissent les unes sur

les autres simultanément ainsi qu'également, comme feraient des nébuleuses célestes dont les mondes constituants se mêleraient, sans se rapprocher toutefois jusqu'au contact. Ce résultat ne pouvant être établi que sur la discussion même des observations, je vais successivement exposer celles que j'ai faites pour le constater relativement aux substances basiques, indiquées plus haut. Mais auparavant je rapporterai ici quelques expériences, destinées à compléter les caractères propres de l'acide tartrique, et à faire bien connaître son mode d'action lorsqu'il est seulement dissous dans divers milieux avant que les bases y soient introduites.

Je commence par l'observation d'une solution purement aqueuse. Quoiqu'il y en ait un grand nombre d'exemples dans mon dernier mémoire, celui-ci sera toutefois utile : d'abord pour placer sous les yeux du lecteur la spécialité des teintes développées par ces solutions ; ensuite parce que j'ai eu soin d'y déterminer immédiatement les déviations propres aux rayons rouges, verts et violets, au moyen des verres colorés, ce qui fixera l'ordre relatif de la dispersion de leurs plans avec plus d'évidence ; et enfin, parce que, en comparant le pouvoir rotatoire spécifique de l'acide dans cette solution, à la valeur que l'on calculera par les formules contenues dans mon précédent mémoire, on verra que ces formules la donneraient très-exactement ; ce qui permettra de les employer dans d'autres cas pareils pour suppléer à l'expérience directe, s'il en est besoin.

L'acide tartrique employé provenait de la même fabrique anglaise que celui dont j'avais fait alors usage, mais il faisait partie d'un autre envoi. Je le choisis exprès pour cette circonstance, afin d'apprécier l'étendue des différences qui peuvent

en résulter. On sait en effet que l'acide des fabriques contient toujours plus ou moins d'eau étrangère enveloppée dans les cristaux. Il contient aussi toujours de petites quantités d'acide sulfurique qui doivent introduire quelque variation dans les résultats apparents, non-seulement à cause de la proportion pondérable d'acide tartrique pur qu'elles remplacent, mais encore parce que l'acide sulfurique, étant avide d'eau, agit sur celle de la solution de manière à balancer plus ou moins l'influence que l'acide tartrique exerce, comme j'en donnerai tout à l'heure des exemples directs.

Les proportions de cette solution déterminées, à la balance, étaient comme il suit :

Proportion d'acide tartrique cristallisé dans l'unité de poids . . . . . $\varepsilon = 0{,}463159$
Proportion d'eau. . . . . $e = 0{,}536841$

On la filtra pour la débarrasser de quelques petites impuretés inévitables dans l'acide des fabriques. La densité de la solution filtrée, observée à la température de 10°,5 du thermomètre centésimal, et non réduite au vide, se trouva être 1,246106.

Avec cet élément, la loi hyperbolique des densités exposée dans mon précédent mémoire, page 134, donnerait, pour la proportion pondérable d'acide tartrique, $\varepsilon = 0{,}46894$, c'est-à-dire, cinq millièmes de plus que le dosage immédiat avant le filtrage; ce qui donne la proportion d'eau complémentaire $e = 0{,}53106$. J'emploierai ces nombres comme plus sûrs que le dosage immédiat, parce qu'ils renferment l'effet de la filtration, qui m'a semblé généralement affaiblir tant

soit peu la proportion d'eau primitive. Je désignerai cette solution par la lettre T.

La solution T a été observée optiquement dans un tube de $523^{mm},5$, à la température ambiante de $+ 11°,5$, par une belle lumière solaire illuminant l'atmosphère à travers des nuages blancs. La série des teintes composées, offertes à l'œil nu par les deux faisceaux réfractés dans le prisme rhomboïdal, est rapportée dans le tableau suivant sous la forme employée dans mes précédents mémoires. Les déviations angulaires A de la section principale de ce prisme sont comptées à partir de la direction de la polarisation primitive, en allant continûment de la gauche vers la droite, depuis $0°$ jusqu'à $360°$. Mais on n'a écrit que les teintes observées dans le premier quadrans, parce que, d'après la loi générale de ce genre de phénomènes, les images ordinaires, extraordinaires, O, E, qui ont lieu dans le premier intervalle, ne font que se répéter dans les quadrans qui suivent, en échangeant seulement leurs teintes et leurs intensités, du moins si l'appareil est bien réglé. Les angles A sont, comme je le ferai toujours, exprimés en degrés et fractions décimales de degrés sexagésimaux.

A	O	E
0°	blanc sensiblement.	vert-pomme, jaunâtre.
+ 11	blanc sensiblement.	vert-pomme, jaunâtre moins vif.
17	blanc sensiblement.	bleu blanch. sans nuance de vert.
17,50	blanc sensiblement.	bleu moins blanchâtre un peu violacé?
19	blanc teint d'une trace de jaune.	bleu violacé sombre très-peu intense, mais bon comme teinte.
19,50	blanc teint d'une trace de jaune.	violet bleuât. coul. de pensée très-peu intens. mais très-bon de teinte.
21	blanc sensiblement.	violet bleuât., moins bleuât. que le précédent.
23	blanc teint d'une trace de jaune.	lilas foncé ou lie de vin : intensité notablement accrue.
26	blanc très-légèrem. jaun.	lie de vin plus clair.
28	blanc plus jaunâtre.	lie de vin plus pâle.
55	blanc légèrement teint en vert-jaunâtre.	lie de vin encore plus pâle : blanc rougeâtre.
Entre ces deux azimuts, la dégradation de chacune des teintes O, E, est continûment progressive.		
90	vert-pomme jaunâtre.	blanc sensiblement.

Si l'on discute la succession des teintes de E, observées avant et après l'azimut + 20° où l'intensité de E est la plus faible, on vérifiera aisément ce que j'ai dit plus haut sur le mode de dispersion particulier à ce genre de solution. C'est la marche que j'ai suivie dans mon précédent mémoire, page 245. Mais pour mettre ici ce résultat dans une évidence encore plus grande, et je puis dire immédiate, j'ai mesuré effectivement les déviations à travers les verres rouge, vert, et violet, en déterminant pour cha-

cun d'eux les limites d'évanouissement et de réapparition de E qui lui étaient propres, puis prenant la moyenne de ces résultats. Pour le verre rouge, la teinte de E, avant et après, le minimum paraissait purement rouge. Le verre vert, qui était moins monochromatique, donnait aux images E des teintes tant soit peu différentes. Je n'ai pas aperçu de semblables variations avec le verre violet, ce qui me persuade que j'ai réellement observé l'azimut d'évanouissement de E propre à cette teinte, azimut dans lequel toutefois l'intensité de E n'était pas et ne pouvait être absolument nulle, puisque le verre transmettait aussi des rayons rouges pour lesquels E s'évanouissait dans un azimut différent. Mais cette mixtion, inévitable avec un tel verre, n'a pu que rapprocher le plan apparent de polarisation des rayons violets de celui des rayons rouges; et ainsi la valeur de l'azimut A qui en résulte, indique peut-être une séparation de ces plans, trop faible, mais non trop forte, ce qui suffit parfaitement pour notre but. Voici maintenant les nombres ainsi obtenus par une moyenne entre plusieurs séries d'observations, d'ailleurs très-concordantes, faites avec chaque verre successivement :

Azimut d'évanouissement de E.

Verre violet.	+ 9°,9000
Verre rouge.	+ 18°,4278
Verre vert	+ 19°,6167

L'ordre de la dispersion des plans est ici manifeste; et il rend parfaitement compte des teintes de E observées avec

la lumière blanche avant et après l'azimut + 17°,50, où le bleu et le violet commencent à paraître. Car, avant ce terme, l'azimut A étant très-voisin des plans de polarisation des rayons violets et bleus, leur part dans l'image E, toujours proportionnelle au carré du sinus de leur écart, était trop faible pour être sentie; tandis que celle des rayons rouges, jaunes et verts, s'apercevait par un motif contraire, et formait un mélange où le vert dominait. Mais, quand A est devenu égal à 17°, les plans de polarisation de ces derniers rayons se sont trouvés trop près de la section principale du rhomboïde pour contribuer en quantité sensible à l'image E, tandis que les précédents y contribuaient plus qu'auparavant par une raison inverse; ce qui a fait prédominer les teintes bleues et violettes, jusqu'à ce que le rouge et ensuite le vert vinssent s'y rejoindre après que leur plan de polarisation eut été dépassé. Si l'on veut savoir quel aurait été l'azimut de polarisation des rayons violets dans toute autre substance pour la déviation observée ici du rayon rouge, cela est extrêmement facile. Car la valeur de A, relative à ce rayon, est presque rigoureusement la même qu'on observerait à travers un millimètre de cristal de roche exerçant la rotation à droite; auquel cas, d'après le rapport inverse du carré des accès, comme d'après l'expérience, les plans de polarisation de la lumière violette moyenne auraient été portés dans l'azimut + 39°,59, ce qui leur aurait fait ainsi dépasser considérablement ceux de tous les autres rayons.

Dans mon précédent mémoire sur les solutions aqueuses d'acide tartrique, j'ai prouvé qu'en nommant e la proportion pondérable de l'eau dans le système mixte, le pouvoir rotatoire moléculaire ou spécifique $[\alpha]$ de l'acide, pour une épaisseur

de 100 millimètres, est exprimé très-approximativement par la formule linéaire

$$[\alpha] = A + B\,e$$

où B est un coefficient constant égal à + 14°,3154, et A un autre coefficient commun à toutes les solutions, mais variable avec la température. Trois séries d'expériences faites entre + 6° et + 26° m'ayant donné pour A des valeurs qui ne s'écartaient pas beaucoup d'une marche rectiligne, je les ai interpolées en les unissant par une hyperbole équilatère, et il en est résulté le tableau suivant, qui les donne pour chaque degré centésimal entre ces limites (1) :

---

(1) Pendant l'impression de ce mémoire, le 20 janvier 1838, j'ai observé de nouveau la solution précédente T à la température de 5°, au-dessous de zéro. La longueur du tube d'observation était 523^{mm} ; la densité 1,254923. Les teintes O, E observées, se sont trouvées fort différentes de celles que présente le tableau de la page 265 pour la température de + 11°,5; et les déviations à travers les verres colorés ont été beaucoup plus faibles ; j'ai eu en effet pour leurs valeurs

à travers le verre rouge.	+ 13°,097
à travers le verre vert. .	+ 11 ,850

La déviation était donc maintenant plus forte pour les rayons rouges que pour les verts, contrairement à ce que j'avais trouvé à la température de 11°,5. De là on tire le pouvoir rotatoire spécifique de l'acide; pour 100^{mm}, $[\alpha] = + 4°,23665$; et la retranchant de $Be = + 7°,60234$, il reste $A = - 3°,3657$. L'interpolation de mes anciennes observations, prolongée jusqu'à cette même température — 5°, donnerait $A = - 4°,7986$. Il ne faudra donc pas l'étendre aussi loin ; mais cela montre qu'elle est suffisamment exacte entre les limites de température auxquelles je l'ai bornée.

TEMPÉRATURE en degrés centésimaux.	VALEURS DE LA CONSTANTE A, en degrés sexagésimaux.	DIFFÉRENCES pour + 1°.
+ 6	— 2°, 23873	
7	2, 06213	+ 0, 17660
8	1, 89249	0, 16964
9	1, 72940	0, 16309
10	1, 57249	0, 15694
11	1, 42142	0, 15107
12	1, 27586	0, 14556
13	1, 13553	0, 14033
14	1, 00010	0, 13543
15	0, 86944	0, 13066
16	0, 74319	0, 12625
17	0, 62116	0, 12203
18	0, 50314	0, 11802
19	0, 38895	0, 11419
20	0, 27840	0, 11055
21	0, 17132	0, 10708
22	— 0, 06753	0, 10379
23	+ 0, 03309	0, 10062
24	0, 13068	0, 09759
25	0, 22542	0, 09474
26	0, 31739	0, 09197

Quoique ces nombres, ainsi que la valeur de la constante B, n'aient pas été déterminés spécialement pour l'échantillon d'acide tartrique dont j'ai rapporté tout à l'heure les effets optiques, nous allons cependant essayer de lui en faire l'application, afin de voir jusqu'à quel degré d'approximation nous pourrons les employer dans d'autres cas.

Le premier élément à calculer, c'est le pouvoir spécifique $[\alpha]$ de l'acide pour les circonstances particulières de la solution. Nous avons vu que son dosage donnant la proportion d'eau $e = 0{,}53106$: ce nombre étant multiplié par la constante $B = +14°{,}3154$, il en résulte d'abord $Be = +7°{,}60234$.

La température de l'observation est marquée $+11°{,}5$, ce qui, d'après le tableau ci-dessus, donne . . . . . $A = -1{,}49420$

Conséquemment $[\alpha] = A + Be = +6{,}10814$

C'est la valeur du pouvoir rotatoire spécifique de l'acide pour une épaisseur de 100^{mm}, dans ces circonstances. En y joignant les autres éléments de la solution observée, c'est-à-dire la densité δ, la longueur du tube l, et la proportion pondérable de l'acide ε, on obtient la déviation α, observable à travers le verre rouge au moyen de la formule

$$\alpha = [\alpha].\, l\, \varepsilon\, \delta.$$

Et comme on a ici,

$$\delta = 1{,}246106 \qquad \varepsilon = 0{,}46894 \qquad l = 5{,}235$$

le calcul effectué donne. . . . . $\alpha = +18°{,}6853.$

Or, on a eu par l'observation . . . . . $\alpha = +18{,}4278.$

La différence est donc presque insensible, et elle ne pourrait être constatée que par un grand nombre d'observations. Ainsi, dans les autres cas semblables, en supposant que la déviation produite par une solution aqueuse d'acide tartrique n'eût pas été observée, on pourra la calculer d'après l'expression générale de α, à très-peu près aussi exactement que par l'observation même, pourvu que la température se trouve comprise entre + 6° et + 26° centésimaux, limites des expériences sur lesquelles notre interpolation des valeurs de A est établie. J'ai à peine besoin de dire que ce calcul, et généralement tous ceux que je supposerai par la suite, s'effectuent aisément au moyen des logarithmes, et qu'ils doivent toujours être censés faits par ce procédé.

Après avoir ainsi rappelé, et remis sous les yeux du lecteur, les effets optiques produits par les systèmes chimiques formés d'acide tartrique et d'eau pure, j'ai examiné les modifications qui s'opéraient lorsque l'on introduisait dans des systèmes pareils une troisième substance, n'ayant point d'action immédiate, au moins sensible, sur l'acide tartrique, mais exerçant une affinité plus ou moins énergique sur l'eau dans laquelle il est dissous. J'ai fait cette épreuve avec les acides sulfurique, hydrochlorique et citrique. Il n'y faut pas joindre le borique, parce qu'il forme avec le tartrique une combinaison immédiate, dans laquelle l'acide tartrique perd toute sa spécialité de dispersion ; de sorte que les effets optiques qui se produisent alors rentrent dans les lois générales des substances douées du pouvoir rotatoire.

Or, en nous bornant aux trois autres acides que je viens de désigner, il est bien facile de prévoir les résultats de leur introduction dans les solutions aqueuses d'acide tartrique.

Car, d'abord, ne se combinant pas immédiatement avec cet acide, et ne lui imprimant aucune altération intime, soit permanente, soit passagère, dans les limites de température naturelle où j'ai pris soin d'opérer, ses propriétés individuelles resteront les mêmes. Mais l'eau ambiante où il est dissous sera sollicitée par l'affinité qu'exercent sur elle les nouveaux acides introduits; et ainsi elle ne pourra plus se combiner avec l'acide tartrique, aussi librement que dans les solutions aqueuses pures. En un mot, on aura alors des systèmes fluides composés de trois sortes de molécules, dont les unes, celles de l'eau, seront livrées librement aux actions simultanées des deux autres, lesquelles n'auront pas entre elles d'action mutuelle sensible. Le résultat sera donc le même que si l'acide tartrique était dissous dans moins d'eau, ou plus exactement dans un milieu moins libre de se combiner avec lui que ne l'est l'eau pure; ce qui rendra son pouvoir rotatoire moindre que lorsqu'il peut se combiner avec elle sans obstacle. Or, c'est précisément là ce qui arrive, comme l'expérience va nous le montrer.

J'ai d'abord fait cette épreuve avec de très-petites doses d'acide sulfurique, lentement introduites; et leur seule présence a déjà agi évidemment dans ce sens. J'opérais ainsi, de crainte que l'acide tartrique ne se trouvât individuellement modifié. Mais ayant reconnu qu'il ne l'était pas, du moins avec la précaution que je prenais d'éviter les élévations considérables de température, et que la permanence des effets optiques pendant un long contact, excluait toute supposition d'un effet pareil produit avec le temps, j'ai recommencé les expériences avec des doses plus fortes pour obtenir des effets

plus manifestes; et ce seront là les seuls cas que je crois utile de rapporter.

J'ai formé pour cela une solution purement aqueuse dont j'ai déterminé avec soin le dosage et les effets optiques avant de la modifier. Je la désignerai par T_1. Voici quels étaient ses éléments :

Portion pondérable d'acide tartrique. . .	0,327371
Portion d'eau.	0,672629
Densité apparente.	1,164123
Longueur du tube d'observation.	521^{mm}
Arc de déviation à travers le verre rouge, déterminé par trois séries, chacune de 10 observations.	+ 18°,100
Température de l'observation optique. .	+ 25°,5

Si l'on compare ces nombres avec ceux de la solution T rapportés plus haut, pages 265 et 266, leur seule comparaison montrera que les déviations observées ont été à très-peu près égales dans les deux cas, bien que, dans la solution actuelle, la proportion d'acide tartrique fût beaucoup moindre. Cela tient à l'élévation de la température, beaucoup plus forte dans le cas actuel que dans le premier; et l'on voit ainsi combien cet élément a d'influence sur les phénomènes.

Voici au reste le détail des teintes observées à l'œil nu, et dont on peut faire aussi la comparaison :

A	O	E
0°	blanc sensiblement.	vert blanchâtre.
+ 15	Id.	vert moins blanchâtre.
19	Id.	vert.
19,5	Id.	vert sensiblem. bleuât. : sombre.
21	Id.	vert bleuâtre très-sombre : mais la teinte verte est sûre.
21,33	Id.	vert mêlé de rouge jaun. très-sombre presque blanc : mélange des teintes précéd. et suiv.
21,83	Id.	rouge violacé naissant; déjà un peu orangé.
22,83	Id.	rouge pourpre chaud un peu orangé.
24	blanc un peu bleuâtre.	rouge orangé.
25,17	Id.	orangé rougeâtre.
31	Id.	jaune un peu rougeâtre.
37	Id.	jaune pâle un peu verdâtre.
54	blanc un peu bleuâtre ou verdâtre.	blanc un peu rougeâtre.
Entre ces deux azimuts, la dégradation des teintes de O, et de E, est continûment progressive.		
90	vert-pâle.	blanc sensiblement.

La succession des teintes de E offre des rapports évidents avec celle de la série page 265; en ceci, par exemple, que E dans l'azimut zéro, contient une proportion dominante de rayons verts, de sorte que ces rayons ont encore ici leurs plans de polarisation plus déviés vers la droite que tous les

autres. Mais les teintes suivantes de E se graduent différemment et offrent beaucoup de nuances que la première série ne présentait pas; donc, puisque la déviation du rayon rouge, observée à travers le même verre, est presque égale, il faut évidemment que le rapport de dispersion ait changé. Ceci est un effet des lois de dispersion propres à l'acide tartrique, et que j'ai rappelées plus haut, page 257. Mais c'en est aussi un exemple incontestable.

Maintenant j'ai introduit dans cette solution T_1, de l'acide sulfurique concentré et limpide, qui, d'après un dosage exact, contenait dans l'unité de poids,

Acide sulfurique anhydre.....	0,767174
Eau.....	0,232826

Sa densité apparente dans l'air, à la température de + 20°, était 1,83306, ce qui, comparé aux tables rapportées par M. Berzelius, confirme très-exactement les proportions indiquées par le dosage direct. J'appellerai cet acide sulfurique R.

Le mélange a été fait dans les rapports suivants :

Solution tartrique T_1 page 273.....	203^{gr},725
Acide sulfurique concentré R.....	50 ,533
Poids total du système mixte.....	254 ,258

Pendant que la mixtion s'opère, il se dégage une assez vive chaleur; mais les pesées définitives, et toutes les autres opérations de mesure, n'ont été faites que longtemps après qu'elle a été dissipée: on a attendu pour cela plus d'un jour.

Les poids partiels divisés par leur somme donnent les proportions pondérables des deux éléments du système, auxquels je joins les autres indications physiques qui caractérisent son action.

Proportion pondérable de solution tartrique T_1	$\varepsilon = 0{,}801253$
Proportion d'acide sulfurique concentré	$s = 0{,}198747$
Densité apparente du système à la température de 23°	$\delta = 1{,}284566$
Longueur du tube où on l'a observé	$l = 501^{mm},5$ (1)
Température de l'observation optique	$t = +25°$
Déviation observée à travers le verre rouge	$\alpha = +10°,87222$

(1) Le tube était en verre, terminé par des glaces à faces parallèles. Cela devient indispensable quand on emploie des acides ou des alcalis qui pourraient corroder les tubes de cuivre intérieurement étamés.

Pour épargner aux observateurs une perte de temps employé en essais, je vais décrire la manière dont je dispose ces appareils.

Le tube est formé d'un verre épais dont les bouts sont dressés plans et rodés à l'émeri. Lorsque les substances employées ne sont pas spiritueuses, je bouche une de ses extrémités avec un disque de glace à faces parallèles, que je fixe au moyen d'une couche presque imperceptible d'essence de térébenthine épaissie par l'évaporation. L'apposition du disque se fait à une douce chaleur. Quand il est refroidi, il reste adhérent et inattaquable. Si l'on employait des substances très-spiritueuses, il faudrait le fixer avec de l'huile de lin lithargée.

On a ainsi un véritable vase de verre à fond plan, que l'on peut remplir, vider et nettoyer comme tout autre. Pour le manier aisément, on l'intro-

Voici en outre la série des teintes des deux nuages O, E, vues à l'œil nu :

A	O	E
0°	blanc sensiblement.	vert de pré, un peu blanchâtre.
+ 7	Id.	vert moins abondant, mais de même teinte.
10,50	Id.	vert pâle, tirant au blanchâtre : très-sombre.
11,33	Id.	le vert est fini; je soupçonne un bleu couleur de pensée, très-sombre, presque nul.
11,50	Id.	bleu pensée, un peu violacé, très-sombre.
13	Id.	violet pensée, ou rouge pourpre sombre.
13,50	Id.	violet lilas.
17	Id.	violet lilas plus pâle.
31	blanc un peu verdâtre.	blanc un peu rougeâtre
	Entre ces deux azimuts, la dégradation des teintes O, E est progressive.	
90	vert de pré un peu blanch.	blanc sensiblement.

duit dans un manchon cylindrique de cuivre, percé à son fond d'une ouverture circulaire qui laisse passer le faisceau lumineux.

Il faut maintenant prévenir les réflexions que ce faisceau pourrait éprouver contre les parois intérieures. A cet effet, on profite de ce que les gros tubes de verre sont presque toujours coniques, et l'on emploie le bout le plus étroit pour faire le fond. On construit alors deux diaphragmes d'argent, semblables à des portions de tubes très-courts ayant une petite ouverture circulaire à leur fond, et de dimension à pouvoir descendre dans le tube de verre par leur poids propre, à d'inégales profondeurs.

Les teintes de E diffèrent essentiellement de celles des deux séries précédemment observées pages 265 et 274. Néanmoins on y remarque encore cette teinte verte de E dans l'azimut zéro, qui prouve que les rayons verts sont les plus déviés de tous, circonstance propre à l'acide tartrique et qu'aucune autre substance ne présente. On sait d'ailleurs que l'acide sulfurique observé avec l'eau et dans ses autres combinaisons inorganiques, n'exerce sur la lumière polarisée aucun pouvoir de rotation appréciable.

Je dis maintenant qu'avec ces résultats nous pouvons parfaitement apprécier l'influence que l'introduction de cet acide a exercée ici. En effet, partant de l'état primitif de la solution T_1,

---

Quand le tube est à moitié rempli du liquide que l'on veut observer, on y laisse tomber le plus étroit de ces diaphragmes qui pénètre ainsi le liquide, et va se placer au-dessous de sa surface sans laisser d'espace vide. On ajoute alors de nouveau liquide, et on y laisse tomber le second diaphragme qui va s'y insérer de même, à une certaine distance au-dessus du premier, sans laisser non plus aucune discontinuité dans la masse liquide. Alors, avant d'achever de remplir le tube, on étend avec le doigt sur son bout supérieur une couche presque imperceptible de quelque lut formé de térébenthine et de cire, puis on verse le liquide avec précaution jusqu'au bout de l'orifice, de manière à former, même au-dessus, un petit ménisque convexe que l'on écrase par l'application d'un second disque de glace, lequel s'applique sur les bords plans du tube et y reste ensuite adhérent par l'attraction de surface jointe à la pression de l'air. Ceci fait, on complète l'enveloppe de cuivre par un bouchon à vis, percé à son centre d'une ouverture circulaire, lequel, se serrant contre la glace supérieure, contribue encore à la fixer. On a ainsi un vase de verre fermé, terminé à ses deux bouts par des glaces parallèles, dans lequel les liquides se conservent plusieurs mois sans évaporation.

avec lequel elle produisait la déviation α dans les circonstances assignées page 273, calculons la déviation α' qu'elle doit opérer actuellement, si, avec le même état moléculaire, elle n'a fait que se répandre uniformément dans le volume total que nous venons de donner au système mixte. Ce calcul est très-facile; car l'état moléculaire primitif étant supposé se maintenir, la solution T_1 conservera le même pouvoir rotatoire spécifique $[\alpha]$ qu'elle avait d'abord, et elle entrera seulement dans le système mixte pour une autre proportion pondérable. De sorte que si l'on désigne par α' la nouvelle déviation qu'elle produit, dans les conditions nouvelles où on l'y observe, et que je désignerai par des données accentuées, on aura les deux relations suivantes :

État primitif de la solution T_1.	$\alpha = [\alpha] l \varepsilon \delta$
La même étendue dans le système mixte.	$\alpha' = [\alpha] l' \varepsilon' \delta'$

d'où éliminant $[\alpha]$, qu'on suppose constant, il vient

$$\alpha' = \alpha \cdot \frac{l' \varepsilon' \delta'}{l \varepsilon \delta}$$

formule par laquelle on peut calculer la nouvelle déviation α' que devra produire le système mixte, en supposant que la solution tartrique primitive T_1 y porte et y conserve son pouvoir propre inaltéré.

En introduisant dans cette formule les données numériques, il faudra faire attention que la solution T_1 a d'abord été observée pure, dans la première expérience page 273, ce qui donne $\varepsilon = 1$. Joignant à cela les autres données particulières aux deux observations, à l'exception de α' que l'on veut déduire, on aura pour éléments du calcul :

1^{re} exp. $\varepsilon = 1$; $\delta = 1{,}164123$; $l = 521^{mm}$; $\alpha = 18°{,}1$

2^{e} exp. $\varepsilon' = 0{,}801253$; $\delta' = 1{,}284566$; $l' = 501^{m}{,}5$

De là on tire pour la déviation que devra opérer le système mixte à la température de 25°,5 :

$$\alpha' = + 15°{,}40420$$

au lieu que l'observation réelle, faite à la température de 25°, a donné :

$$\alpha' = + 10°{,}87222$$

Donc, puisque l'acide tartrique est d'ailleurs resté intact dans le nouveau système comme il l'était dans le premier, il faut nécessairement conclure que l'affinité de l'acide sulfurique pour l'eau a combattu ici l'action que l'acide tartrique exerçait sur elle lorsqu'il était seul en sa présence, ce qui a diminué le pouvoir rotatoire spécifique qu'il avait présenté d'abord, lorsqu'il pouvait entrer librement avec elle en combinaison.

Voici une expérience analogue faite avec la même solution tartrique $T_{,,}$ mise en présence de l'acide hydrochlorique. Elle conduit à des résultats pareils.

D'après un dosage exact, l'acide hydrochlorique employé était composé, en proportions pondérables, comme il suit :

Acide hydrochlorique anhydre..	0,331892
Eau.	0,668108

Sa densité, observée à la température de 22°, a été trouvée égale à 1,16801, ce qui, comparé aux tables données par M. Berzelius, confirme très-bien le dosage direct. J'appellerai cet acide H.

On a mêlé cet acide à la solution tartrique T_1, dans le rapport suivant :

Solution tartrique T_1, page 273.	$156^{g},052$
Acide hydrochlorique H.	81 ,493
Poids total du système mixte. . .	237 ,545

De là on tire les proportions pondérables des deux éléments, auxquels je joins toutes les autres données physiques que ce système a fournies.

Proportion pondérable de la solution tartrique T_1.	$\varepsilon = 0{,}656937$
Proportion d'acide hydrochlorique ci-dessus désigné	$h = 0{,}343063$
Densité apparente du système prise à la température de 22°.	$\delta = 1{,}16874$
Longueur du tube où on l'a observée.	$l = 501,^{mm}5$
Température de l'observation . . .	$t = +\ 23°$
Déviation observée à travers le verre rouge.	$\alpha = +\ 8°,01667$

Voici en outre la série des deux teintes O, E vues à l'œil nu. On n'en a pris que le peu de termes qui était nécessaire pour y constater l'ordre de dispersion propre à l'acide tartrique inaltéré. Car la déviation du rayon rouge était ensuite la seule donnée essentielle pour la comparaison que j'avais en vue.

A	O	E
0°	blanc sensiblement.	vert-pomme-bleuâtre.
+ 7,50	Id.	vert finissant.
8,83	Id. total.	sensiblement nul.
9,67	Id.	rouge pourpre un peu orangé.
	Entre ces azimuts, O arrive graduellement au vert-bleuâtre, tandis que E devient successivement orangé, jaune, et parvient graduellement au blanc.	
90	vert-pomme-bleuâtre.	blanc sensiblement.

La teinte verte de E, dans l'azimut zéro, montre qu'ici encore, comme dans les solutions précédentes, la plus grande déviation vers la droite est celle des rayons verts.

Pour apprécier l'influence que l'acide hydrochlorique a exercée, nous calculerons la déviation que la solution tartrique primitive T_1 aurait dû produire, en ne faisant que se répartir dans le système mixte par simple mélange. Ce sera encore une application de la formule

$$\alpha' = \alpha \frac{l' \varepsilon' \delta'}{l \varepsilon \delta}$$

où l'on aura :

Pour la solution tartrique pure T_1, comme ci-dessus :

$\varepsilon = 1$; $\delta = 1{,}164123$; $l = 521^{mm}$; $\alpha = + 18^{c},1$

Et après sa mixtion avec l'acide hydrochlorique :

$\varepsilon' = 0{,}65694$; $\delta' = 1{,}168743$; $l' = 501^{m},5$

De là on tire la déviation que le système mixte aurait dû produire, à la température de 25°,5 $\alpha' = + 11°,4909$

Au lieu que l'observation réelle, faite à la température de 23°, a donné . . . . . $\alpha' = +\ 8°,0167$

Il est vrai que la valeur théorique de α' devait être un peu affaiblie pour la ramener à la température de 23°, au lieu de 25°,5; mais, d'après le tableau de la page 269, la valeur primitive de $[\alpha]$ pour 100^{mm} s'en trouverait réduite d'un peu moins que 0°,24, ce qui produirait pour 500^{mm} seulement 1°,20. La déviation α' ainsi réduite serait donc encore égale à 10°,2909, ce qui la donnerait encore bien plus forte que l'observation. Ainsi, de là il faut toujours conclure que l'affinité de l'acide hydrochlorique pour l'eau a diminué la déviation en combattant l'action propre que l'acide tartrique eût exercée sur elle, s'il eût été seul en sa présence : diminution toutefois moindre que celle que produisait précédemment l'acide sulfurique, tant en vertu de la différence de nature des deux acides, qu'à cause de l'inégal état de condensation où on les a employés.

Voici enfin une expérience analogue avec l'acide citrique.

J'ai pris de très-beaux cristaux de cet acide que j'ai fait dissoudre à froid dans l'eau pure selon les proportions pondérables suivantes :

Acide citrique cristallisé. . . .	0,433608
Eau.	0,566392

Je désignerai cette solution par C.

J'ai formé ensuite une solution d'acide tartrique dont les proportions pondérables étaient :

Acide tartrique cristallisé. . .	$\varepsilon = 0,499567$
Eau.	$e = 0,500433$

J'appelle cette solution T_2. Je n'ai pas déterminé expérimentalement la déviation qu'elle produisait, en ayant déjà observé beaucoup d'autres semblables. Mais nous pouvons aisément la calculer par les lois générales de ce genre de solution; ce que je vais faire ici, en supposant la longueur du tube d'observation $l = 521^{mm}$, et la température 19°,5, parce que le système mixte auquel je la comparerai a été observé dans des circonstances pareilles. Quant à sa densité apparente, elle se déduit de son dosage d'après les lois établies dans mon mémoire précédent, et elle a dû ainsi être : $\delta = 1{,}2665$.

Il faut d'abord calculer le pouvoir rotatoire spécifique que l'acide tartrique a dû avoir dans cette solution, à la température donnée 19°,5 et pour la proportion d'eau qui s'y trouvait. C'est une application de la formule linéaire

$$[\alpha] = A + B\,e$$

dont les constantes ont été définies pages 268 et 269.

D'abord avec la prop. d'eau e on trouve $Be = + 7{,}16390$

Ensuite pour la température de 19°,5 la table de la page 269 donne. . . $A = - 0{,}33368$

D'où l'on déduit le pouvoir rotatoire de l'acide. . . . . $[\alpha] = + 6{,}83022$

Avec cet élément, la déviation observable à travers le verre rouge se calcule par la formule générale

$$\alpha = [\alpha]\, l\, \varepsilon\, \delta$$

qui donne ici pour une longueur de 521^{m} $\alpha = + 22°{,}515$

Maintenant j'ai mêlé cette solution à la solution citrique dans les rapports suivants :

Solution tartrique $T_2 = 78^{s},932$
Solution tartrique C $= 85,985$

Poids total du système mixte. . . 161,917

J'avais choisi ces rapports pour que les deux acides se trouvassent employés à peu près en raison inverse de leurs poids atomiques, ce qui leur devait donner une action chimique égale sur l'eau mise en leur présence. De là on déduit les proportions pondérables des deux solutions dans le système mixte, auxquelles je joins toutes les autres données que son observation optique a fournies.

Proportion de la solution tartrique T_2 . . $\varepsilon = 0,478616$
Proportion de la solution citrique. . . . . $c = 0,521384$
Dens. du syst. obs. à la tempér. de 19° . . $\delta = 1,22362$
Longueur du tube d'observation . . . . . $l = 521^{mm}$
Température de l'observation. . . . . $t = 19°,5$
Déviation obs. à travers le verre rouge . . $\alpha = +10°,13889$

Voici en outre le détail des teintes O, E, observées à l'œil nu :

A	O	E
0°	blanc sensiblement.	vert-pomme bleuâtre.
+ 9,67	Id.	vert bleuâtre très-peu abondant.
10,33	Id.	vert bleuâtre moins abondant.
11,67	Id.	violet couleur pensée.
13	Id.	lilas rouge ou rouge violacé.
15	Id.	lilas plus pâle.
18	Id.	lilas très-peu rougeâtre.
28	blanc à peine verdâtre.	blanc à peine rougeâtre.
Entre ces deux azimuts, la dégradation des teintes O, E, est progressive.		
90	vert-pomme.	blanc sensiblement.

La permanence de l'acide tartrique, dans cette solution, se manifeste encore par l'excès de déviation propre aux rayons verts.

Il ne reste plus qu'à calculer la déviation que la solution tartrique T_2 aurait dû produire si elle se fût simplement répandue dans le système mixte, sans que son état moléculaire propre fût altéré. C'est encore une application de la formule

$$\alpha' = \alpha . \frac{l'}{l} \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \frac{\delta'}{\delta}$$

où, d'après les données employées page 284 pour calculer l'action primitive de T_2, nous aurons

Pour la solution tartrique T_2 pure :

$\varepsilon = 1$; $\delta = 1{,}2665$; $l = 521^{mm}$; $\alpha = 22°{,}515$;

Et pour le système mixte :

$\varepsilon' = 0{,}478617$; $\delta' = 1{,}22362$; $l' = 521^{mm}$

De là l'on tire la déviation que le système mixte aurait dû produire à travers le verre rouge $\alpha' = + 10°{,}4028$

Tandis que l'observation réelle a donné $\alpha' = + 10°{,}1389$

La différence de ces valeurs est trop petite pour qu'on pût en répondre avec une entière certitude, à moins d'y employer un très-grand nombre d'observations. Si elle est exacte, on pourrait en conclure que l'acide tartrique de T_2 a pu enlever quelque peu d'eau à la solution citrique. Mais aussi on n'avait pas analysé les cristaux d'acide citrique pour savoir s'ils étaient parfaitement purs et privés d'eau. On conçoit que l'on pourrait faire ainsi une foule d'expériences curieuses sur les forces relatives des différents acides, pour disputer l'eau à l'acide tartrique, surtout si l'on essaye de rattacher ces effets aux relations des poids atomiques. Mais le temps m'a man-

qué pour suivre ces recherches; et elles conviendraient infiniment mieux à des chimistes exercés qui pourraient en développer toutes les conséquences. Toutefois, pour compléter les caractères propres de l'acide tartrique dans son action sur l'eau, je rapporterai encore ici deux séries d'expériences où je l'ai mis en présence de l'acide sulfurique, dans des conditions extrêmes qui me semblent achever de la spécifier.

La première de ces expériences a été faite avec des proportions d'acide sulfurique et d'eau, telles que l'acide tartrique s'est répandu dans le système mixte en conservant son pouvoir rotatoire presque constant, de sorte que ses particules ne faisaient que se répandre dans l'espace qui leur était offert.

J'y ai employé un acide sulfurique aqueux dont les proportions, déterminées par un dosage exact, étaient comme il suit :

Proportion d'acide sulfurique anhydre	0,7220473
Proportion d'eau.	0,2779527

Sa densité apparente, observée à la température de 20°, a été trouvée égale à 1,806954; ce qui, comparé aux tables de M. Berzelius, est une confirmation très-exacte du dosage. Je désignerai cet acide aqueux par la lettre P.

Je l'ai mélangé, comme je le dirai tout à l'heure, avec une solution aqueuse d'acide tartrique, que je nommerai T_3, et dont les proportions, dans l'unité de poids, étaient :

Acide tartrique cristallisé. . . .	$\varepsilon = 0{,}4642$
Eau.	$e = 0{,}5358$

Elle différait ainsi très-peu de la solution T, que j'ai employée plus haut, page 263, comme exemple spécial des lois

de dispersion propres à l'acide tartrique. Nous avons reconnu alors la concordance parfaite du pouvoir rotatoire observé de la solution T avec l'expression générale $A + Be$, établie dans mon précédent mémoire. Il en sera donc ici de même pour la solution T_3.

Comme les mélanges que j'en ai formés ont été observés optiquement vers la température de + 16°, il sera utile d'établir d'abord, par le calcul, le pouvoir rotatoire moléculaire que l'acide tartrique devait exercer dans une telle solution. Pour cela, d'après la proportion d'eau qu'elle renferme, on aura en premier lieu :

Le produit.	$Be = + 7{,}67020$
Ensuite à la température de 16° la table de la page 269 donne	$A = - 0{,}74319$
D'où résulte le pouvoir rotatoire spécifique de l'acide dans T_3 .	$[\alpha] = + 6{,}92701$

J'ai pris de cette solution 69^{gr},063, et j'y ai versé un poids d'acide sulfurique P égal à 55^{gr},807 ; il s'en est développé une vive chaleur. Mais la grande quantité d'acide sulfurique introduite a exercé sur l'eau une affinité assez forte pour obliger une partie de l'acide tartrique à se séparer en reprenant l'état solide. J'ai détruit cette précipitation par une addition d'eau égale à 85^{gr},620 ; ce qui m'a donné un système mixte complétement fluide et limpide, dont les éléments étaient tels que je viens de les exprimer. En résolvant les 69^{gr},063 de solution tartrique dans ses deux principes, d'après sa composition donnée, et réunissant l'eau aux 85^{gr},620, le système que je désignerai par Σ_i se trouvait ainsi contenir :

Acide tartrique cristallisé. . . . . $32^{g},059$
Acide sulfurique P. . . . . 55 ,807
Eau totale. . . . . 122 ,624

Poids total du système mixte. $\Sigma = 210,490$

Ce qui donne dans l'unité de poids :

Proportion d'acide tartrique cristallisé. $\varepsilon = 0,152306$
d'acide sulfurique P . . . . . $p = 0,265129$
d'eau pure. . . . . $e = 0,582565$

Conséquemment le rapport pondérable de l'eau à l'acide p s'y trouvait être $\frac{e}{p} = 2,19729$

Comme mon but était d'ajouter progressivement des quantités d'eau et d'acide sulfurique P qui conserveraient ce même rapport, j'ai formé directement un mélange qui satisfaisait à très-peu près à cette condition. Je le nommerai σ. Il contenait en poids :

Acide sulfurique. . . . . P. $40^{g},345$
Eau. . . . . E. 88 ,300

Poids total du mélange $\sigma = 128,645$

Ce qui donne en proportions pondérables :

Acide sulfurique P. . . $p = 0,313615$
Eau . . . . . $e = 0,686385$

d'où résulte $\frac{e}{p} = 2,188,623$;

ce qui est presque rigoureusement le rapport demandé.

Cela posé, j'ai d'abord étudié le système Σ_1; puis, y ajoutant une certaine dose du mélange σ, j'ai formé un autre système Σ_2, où l'eau et l'acide sulfurique P continuaient d'être en même

proportion, mais plus abondants. Celui-ci observé, j'en ai formé un troisième Σ_3 par une nouvelle addition de σ; et enfin un quatrième, Σ_4, en ajoutant seulement de l'eau pure à Σ_3. Ces systèmes, successivement formés, dosés, pesés, ont été observés aussi optiquement; et je vais rapporter les détails des résultats qu'ils m'ont présentés sous ces divers rapports. La forme de cet exposé étant d'ailleurs la même que j'ai employée dans tout ce qui précède, elle se comprendra aisément sans autre explication, et je la terminerai par un tableau qui en résumera les éléments et les résultats.

1^er^ *Système* Σ_1.

Proportion d'acide tart. cristallisé.	$\varepsilon = 0{,}152306$
d'acide sulfurique P.	$p = 0{,}265129$
d'eau pure	$e = 0{,}582565$
Densité observée à 13°5	$\delta = 1{,}25895$
Longueur du tube d'observation..	$l = 501^{mm},5$
Température de l'observation....	$t = 16°,5$
Dév. obs. à trav. le verre rouge ...	$\alpha = 6°,03889$
à travers le verre vert ...	$v = +6{,}01667$
à travers le verre violet ..	$u = +2{,}8278$ Observation très-difficile.

La déviation des rayons verts qui surpassait celle des rayons rouges dans l'expérience de la page 266, se trouve ici atteindre à peine l'égalité. Est-ce seulement un effet de la température devenue ici moindre, ou la présence de l'acide sulfurique y a-t-elle part? Ce sont des questions à examiner. Du reste, le rayon violet conserve ici sa spécialité de déviation moindre que toutes les autres. Voici en outre la série des teintes O, E, observées à l'œil nu.

A	O	E
0°	blanc sensiblement.	vert-pomme : vert-jaunâtre pâle.
+ 6,333	Id.	vert-pomme finissant : viol. pensée sombre, presque nul.
8	Id.	blanc bleuâtre à peine coloré : c'est une espèce de lilas pâle.
9	Id.	lilas bleuâtre pâle.
67,50	blanc coloré en vert jaun.	blanc sensiblement.
Entre ces azimuts, la dégradation des teintes O, E, est continue.		
90	vert-jaunâtre pâle.	blanc sensiblement.

On voit que les teintes de E sont très-peu développées. Conséquemment la dispersion des plans de polarisation est devenue très-faible.

La déviation α observée à travers le verre rouge, étant combinée avec les autres données physiques rapportées ci-dessus, on en déduit le pouvoir rotatoire moléculaire de l'acide dans le système mixte, par la formule $[\alpha] = \frac{\alpha}{l\varepsilon\delta}$

qui donne ici $[\alpha] = + 6^{\circ},27997$.

Ce pouvoir, dans le système mixte, est donc resté presque égal à ce qu'il était dans la solution primitive purement tartrique T_3. Il faut toutefois se rappeler que le résultat se rapporte seulement au rayon rouge.

2^e *Système* Σ_2.

Ce système a été formé en ajoutant $49^{g},802$ du mélange sulfurique σ à $201^{g},783$ du système Σ_1. Ce qui a fourni les résultats suivants :

Proportion d'acide tartrique cristallisé . . . . $\varepsilon = 0{,}122157$
d'acide sulfurique P. . . . $p = 0{,}274727$
d'eau pure. . . . . $e = 0{,}603116$
Densité apparente à la température de 13°. . $\delta = 1{,}24843$
Longueur du tube d'observation . . . . . $l = 501^{mm},5$
Température de l'observation . . . . . $t = 15°,8$
Dév. obs. à trav. le verre rouge. $\alpha = +5°,0083$
à travers le verre vert. . . . . $v = +5{,}6000$
à travers le verre violet . . . $u = +2{,}9444$

On peut admettre quelque incertitude sur la quantité absolue de cette déviation, non sur son sens relatif.

Série des teintes O, E, *observées à l'œil nu.*

A	O	E
0°	blanc sensiblement.	vert-pomme.
+ 5	Id.	vert-pomme finissant.
5,4333	blanc presque total.	sensiblement nul.
6,83	blanc sensiblement.	bleu violacé sombre coul. pensée, très-faible en intensité.
8,17	blanc sensiblement.	lie de vin pâle.
72	blanc à peine verdâtre.	blanc sensiblement.
Entre ces deux azimuts, la dégradation des teintes O, E, est continue.		
90	vert-pomme.	blanc sensiblement.

On voit que la déviation absolue s'est affaiblie par la dilution, comme cela devait évidemment arriver ; et en outre la dispersion est devenue plus faible. Mais le pouvoir rotatoire moléculaire de l'acide tartrique pour le rayon rouge s'est conservé presque constant; car sa valeur déduite de la formule

$$[\alpha] = \frac{\alpha}{l\varepsilon\delta}$$

se trouve ici être $[\alpha] = +6°,54846$.

3e *Système* Σ_3.

Ce système a été formé en ajoutant $75^{g},978$ du mélange sulfurique σ à $238^{g},435$ du système Σ_2; ce qui a fourni les résultats suivants :

Prop. d'acide tartrique cristallisé.	$\varepsilon = 0{,}092638$
d'acide sulfurique P.	$p = 0{,}284124$
d'eau pure.....	$e = 0{,}623238$
Densité obs. à la tempér. de 13°..	$\delta = 1{,}23703$
Longueur du tube d'observation..	$l = 501^{mm},5$
Température de l'observation...	$t = 15°$
Dév. obs. à trav. le verre rouge.	$\alpha = +\ 3°,725$
à travers le verre vert..	$v = +\ 4\ ,0833$
à travers le verre violet.	$u = +\ 2\ ,133$ (Admet quelque incertitude sur la valeur absolue, non sur le sens relatif.)

Série des teintes O, E, *observées à l'œil nu.*

A	O	E
0°	blanc sensiblement.	vert pomme.
+ 3,933	blanc presque total.	sensiblement nul.
9	blanc sensiblement.	lilas bleuâtre à peine coloré.
77	blanc à peine verdâtre.	blanc sensiblement.
90	vert pomme.	blanc sensiblement.

De là on déduit le pouvoir rotatoire moléculaire de l'acide tartrique pour le rayon rouge par la formule

$$[\alpha] = \frac{\alpha}{l\,\varepsilon\,\delta}$$

laquelle donne ici $[\alpha] = +\ 6°,48166$

Ce pouvoir s'est donc encore maintenu presque constant, malgré la grande dilution opérée par la nouvelle addition du mélange sulfurique σ.

4e *Système* Σ_4.

Ce système a été formé en ajoutant $100^{g},278$ d'eau pure à $161^{g},965$ du système Σ_3. Ce qui a fourni les résultats suivants :

Prop. d'acide tartrique cristallisé.	$\varepsilon = 0,057210$
d'acide sulfurique P..	$p = 0,175478$
d'eau pure.....	$e = 0,767312$
Densité obs. à la tempér. de 12°,5.	$\delta = 1,13955$
Longueur du tube d'observation...	$l = 501^{mm},5$
Température de l'observation....	$t = 15°$
Dév. obs. à travers le verre rouge.	$\alpha = +2°,4000$
à travers le verre vert....	$v = +3,2567$
à travers le verre violet..	non observée.

Série des teintes O, E, *observées à l'œil nu.*

A	O	E
0°	blanc sensiblement.	vert-pomme.
+ 1	blanc sensiblement.	vert plus net, mais moins intense.
2,767	blanc presque total.	sensiblement nul.
4,50	blanc sensiblement.	jaune pâle naissant.
6,50	Id.	jaune sale pâle.
8,17	Id.	jaune très-pâle, presque blanc.
90	vert-pomme.	blanc sensiblement.

De là on déduit le pouvoir rotatoire moléculaire de l'acide tartrique pour le rayon rouge, par la formule

$$[\alpha] = \frac{\alpha}{l\varepsilon\delta}$$

laquelle donne ici $[\alpha] = +7°,34014$

l'addition de l'eau pure l'a donc sensiblement augmentée.

Pour faciliter la comparaison entre la composition des quatre systèmes et le pouvoir rotatoire que l'acide tartrique s'est trouvé y exercer, j'ai rassemblé ces éléments dans le tableau qui suit, et j'y ai joint ceux de la solution tartrique purement aqueuse T_3, dont les quatre systèmes dérivent. Comme cette solution n'avait pas été observée optiquement, je lui ai attribué le pouvoir rotatoire, calculé d'après son dosage, ainsi qu'il a été expliqué plus haut.

IGNATION SYSTÈME.	PROPORTION DES ÉLÉMENTS DU SYSTÈME DANS L'UNITÉ DE POIDS.			RAPPORT	DENSITÉ	TEMPÉRATURE	POUVOIR
	Acide tartrique cristallisé.	Acide sulfur. P.	Eau distillée.	de l'eau à l'acide sulfurique P.	apparente du système.	de l'observation.	rotatoire molécul. de l'acide tartriq. dans le système pour une épaiss. de 100 mm.
	ε	p	e	$\frac{e}{p}$	δ	t	$[\alpha]$
T_3	0,4642	0,0000	0,5358	infini	1,24452	16°	+ 6°,9270
Σ_1	0,152306	0,265129	0,582565	2,19729	1,25895	16,5	6 ,2799
Σ_2	0,122157	0,274727	0,603116	2,19533	1,24843	15,8	6 ,5485
Σ_3	0,092638	0,284123	0,623239	2,19354	1,23703	15,0	6 ,4817
Σ_4	0,057214	0,175476	0,767310	4,37263	1,13955	15,0	7 ,3401

En comparant d'abord la solution purement tartrique T_3 au système Σ_1, on voit que, malgré la présence d'une proportion notable d'acide sulfurique P dans ce dernier système, le pouvoir rotatoire spécifique de l'acide tartrique s'y est montré sensiblement plus fort. Cela tient à ce que le rapport $\frac{e'}{\varepsilon}$ de l'eau à l'acide tartrique se trouvait beaucoup plus considérable dans Σ_1 que dans T_3; et quoiqu'elle y fût moins libre, à cause de l'affinité que l'acide sulfurique présent exerçait sur elle, l'accroissement relatif de sa proportion pondérable faisait plus que compenser cette influence; de sorte que l'acide tartrique pouvait encore s'emparer d'elle avec assez d'avantage pour en accroître son pouvoir; moins toutefois, beaucoup moins que si l'acide sulfurique n'eût pas été présent. Car, dans les mêmes circonstances de température et de dilution propres à Σ_4, si le milieu ambiant eût été de l'eau pure, le pouvoir rotatoire $[\alpha]$, calculé par la formule $A + B e$, aurait été égal à $+ 12^{\circ},6270$; d'où l'on voit que la présence de l'acide sulfurique l'a considérablement diminué, puisqu'elle l'a réduit à $7^{\circ},3401$.

Dans les trois systèmes intermédiaires Σ_1, Σ_2, Σ_3, le pouvoir rotatoire de l'acide tartrique dissous est demeuré sensiblement constant. D'où il suit, qu'une fois amené à l'état où il était dans Σ_1, cet acide n'a fait que se répandre dans le nouvel espace que lui offrait l'addition progressive de la solution σ, sans en éprouver aucune modification moléculaire, et précisément comme il se serait étendu dans les vides d'un espace indifférent à sa présence. Il est donc intéressant d'examiner les conditions de cet équilibre dans le système Σ_1. Or, d'après le dosage de l'acide sulfurique P, rapporté plus haut, les 0,265129 de cet acide qui se trouvaient alors dans l'unité de poids, se compo-

saient d'une proportion d'acide sulfurique anhydre égale à 0,265129.0,7220473 ou 0,191436, et d'une proportion d'eau égale à 0,265129.0,2779527 ou 0,073693; de sorte que cette dernière, étant ajoutée à l'eau libre de Σ_1, la composition de ce système était réellement comme il suit :

	Proportion des éléments constituants du système Σ_1 dans l'unité de poids.
Acide tartrique cristallisé.	0,152306
Acide sulfurique anhydre.	0,191436
Eau totale	0,656258
Rapport de l'eau à l'ac. sulf anhydre.	3,42808

Les systèmes Σ_2 et Σ_3 ont été déduits de Σ_1, de manière que le rapport de l'eau libre à l'acide sulfurique P y fût sensiblement le même. Donc le rapport de l'eau totale à l'acide sulfurique anhydre y était le même aussi, c'est-à-dire égal à 3,42808. Or, l'acide tartrique a montré un pouvoir rotatoire spécifique sensiblement constant dans ces trois systèmes, malgré les degrés de dilution très-divers où il s'y trouvait amené. Conséquemment il formait alors avec le milieu ambiant une combinaison en proportion fixe, c'est-à-dire dans laquelle chaque unité de poids d'acide tartrique se trouvait unie à une proportion constante de ce même milieu; et une fois cette combinaison constituée, l'addition ultérieure d'une nouvelle masse du même milieu ne lui a fait subir aucun changement moléculaire appréciable. Donc, pour qu'il en ait été ainsi, il faut que la combinaison se soit opérée entre l'acide tartrique et les deux autres éléments du système Σ_1, c'est-à-dire l'eau et l'acide sulfurique réunis dans leur proportion

actuelle, qui était la même que dans le mélange σ. Car, sans cela, l'addition ultérieure de σ aurait produit des systèmes Σ_2 et Σ_3, où l'eau et l'acide sulfurique se seraient trouvés en d'autres proportions que dans la partie de Σ_1 qui ne s'était pas unie à l'acide tartrique; et le pouvoir rotatoire observé dans les derniers systèmes aurait dû être différent de ce que le premier système Σ_1 avait présenté : précisément comme cela est arrivé quand on a ajouté à Σ_3 de l'eau pure, au lieu de continuer à y ajouter de la solution σ. Ainsi, le système Σ_1 contenait réellement un tartrate double d'eau et d'acide sulfurique, où ces deux éléments avaient entre eux le même rapport pondérable que dans le reste du système; lequel tartrate se répandait dans ce reste comme dans un espace indifférent. L'extrême opposé à cet état constant s'obtient en introduisant l'acide sulfurique concentré, à grande dose, dans une solution tartrique; graduellement toutefois, et à froid, pour ne pas l'altérer chimiquement. On trouve ainsi un terme où l'acide tartrique préexistant dans la solution aqueuse ne peut plus rester complétement dissous en présence de l'acide sulfurique ajouté; et une partie redevenant solide se sépare à l'état de cristal. Alors, si l'on décante la portion du système qui est demeurée liquide, et qu'on l'observe optiquement, on trouve que l'acide tartrique qui est resté dissous n'a plus qu'un pouvoir rotatoire très-affaibli, comme il était naturel de s'y attendre par ce qui précède. Mais cet affaiblissement peut aller jusqu'à intervertir, au moins en apparence, le sens de rotation pour certains rayons, et l'amener à gauche, au lieu qu'il était à droite primitivement. Voici les résultats d'une expérience où cet effet s'est opéré :

Elle a été faite avec la même solution tartrique T_3, et le

même acide sulfurique aqueux P, employé aux expériences précédentes où le pouvoir rotatoire est resté constant. Mais ici le mélange était fait dans d'autres proportions. Je le nommerai, pour abréger, S : il était composé comme il suit :

Solution tartrique T_3.	$132^g,263$
Acide sulfurique P.	90 ,053
Poids total du système. . . . . S =	222 ,316

En résolvant S dans ses éléments acides d'après les dosages indiqués plus haut, et réunissant l'eau en un seul groupe, l'expression de sa composition prend cette forme équivalente :

Acide tartrique cristallisé.	$61^g,3964$
Acide sulfurique anhydre	65 ,0225
Eau.	95 ,8971
Somme égale au poids du système. . S =	222 ,3160

Lorsqu'on fait un pareil mélange, il se développe beaucoup de chaleur, laquelle peut vaporiser une certaine portion de l'eau que le système contient. Pour apprécier cet effet et le corriger, je pèse d'abord la solution aqueuse dans la fiole même F où le mélange doit se faire, fiole qui est en verre mince, à long col, bouchant à l'émeri, et susceptible d'être exposée au besoin sur le feu. Je pèse aussi à part une certaine quantité d'acide P, dans une autre fiole F', et je la vide dans F, en prenant garde de ne rien laisser égoutter à l'extérieur de F. Alors, je pèse F' ainsi vidée, et retranchant son poids actuel du précédent, j'ai le poids exact de l'acide sulfurique introduit dans F. J'ai soin de laisser F entr'ouverte jusqu'à ce que la température soit revenue au niveau de l'air ambiant. Alors je la pèse de nouveau ; et retranchant son poids propre qui

est connu, j'ai le poids actuel du système intérieur. Ce poids soustrait de la somme des poids partiels, successivement introduits dans le système, fait connaître le poids de l'eau vaporisée, puisque les deux acides sont fixes. D'après la longueur du col de mes fioles et leur configuration, la quantité d'eau ainsi évaporée hors de leur capacité intérieure, a presque toujours été insensible. Mais je l'ai mesurée pour chaque expérience comme je viens de le dire, et j'en ai tenu compte au besoin.

Dans l'expérience décrite ici, la dose d'acide sulfurique s'est trouvée assez forte, pour que même pendant l'élévation de la température excitée par son introduction, il se soit déposé un précipité considérable. Pour l'étudier, j'ai chauffé doucement le système, puis l'ai laissé se refroidir doucement et en repos. Quand il eut ainsi repris la température ambiante, qui était 18°,5, le précipité s'était reformé, mais cette fois en très-gros cristaux, ayant la forme et tous les caractères apparents de l'acide tartrique. La portion du système qui avait conservé l'état liquide, était incolore et d'une parfaite limpidité. Je l'ai décantée, filtrée, puis observée optiquement, comme je le dirai plus bas. Les cristaux précipités étaient restés presque totalement adhérents au fond de la fiole. Présumant qu'ils consistaient en acide tartrique, je les ai lavés à plusieurs reprises avec de l'alcool dans la fiole même, puis laissé égoutter pendant plusieurs jours en la renversant; après quoi, pesant le tout, et retranchant le poids de la fiole, j'ai connu celui des cristaux restants, que j'ai trouvé de 38ᵍ,711. D'après le détail des opérations que je viens de décrire, il est évident que ce poids doit être un peu inférieur à celui du précipité total; mais il ne peut le surpasser, ni

même l'égaler. En le considérant comme formé tout entier d'acide tartrique cristallisé, ce qui revient à faire abstraction des parties du système liquide qui ont pu rester engagées dans ses interstices, le poids d'acide tartrique resté dissous sera de $61^{g},3964 - 38^{g},711$ ou $22^{g},6854$. Par conséquent, la partie du système qui était demeurée liquide, et que je nommerai S, était composée comme il suit :

Acide tartrique cristallisé.	$22^{g},6854$
Acide sulfurique anhydre.	$65,0225$
Eau.	$95,8971$
Somme ou poids du système liquide	$S = 183,6050$

Je vais maintenant rapporter les effets optiques de ce système et les circonstances dans lesquelles il a été observé :

Densité apparente de S, à la températ. de 14°	$\delta = 1,42126$
Longueur du tube d'observation.	$l = 501^{mm},5$
Température de l'observation.	$t = 14°,5$

Dév. à travers le verre rouge $\alpha = +2°,200$ — Moyenne de 30 observations concordantes.

à travers le verre vert. $v = +0,550$

à trav. des verres jaunes. $s = +0,850$

à trav. le verre violet. . $u = -4,950$

On voit combien cet ordre de dispersion est différent de celui que présentaient toutes les autres solutions précédentes; comme aussi toutes les solutions aqueuses observées à des températures supérieures à 6°. Car alors la déviation était dirigée vers la droite pour tous les rayons; et elle était la plus grande pour les rayons verts. Au lieu qu'ici, la

plus grande, vers la droite, est de beaucoup celle des rayons rouges; et la déviation des violets a passé dans le sens opposé. Les teintes des faisceaux observées à l'œil nu offrent des différences correspondantes et qui ne sont pas moins notables. En voici le tableau détaillé, que j'ai exprès étendu au delà d'un quadrans, pour en faciliter la discussion, quoique, d'après les lois de genre de phénomènes, les résultats observables dans tous les quadrans puissent se conclure directement de ceux qui ont lieu dans un seul, par exemple entre o et + 90°.

A	O	E
— 6°	blanc sensiblement.	jaune verdâtre très-pâle.
— 2, 5	blanc sensiblement.	jaune verdâtre moins pâle.
— 1	blanc sensiblement.	violet sale, passant du jaune verdâtre au violet.
0	blanc sensiblement.	violet sombre, couleur de pensée.
+ 0, 5	blanc sensiblement.	violet bleuâtre presque nul : minimum.
4	blanc sensiblement.	bleu léger.
7	blanc sensiblement.	blanc bleuâtre.
52	blanc à peine jaunâtre.	blanc à peine bleuâtre.
59	blanc légèrement teint de jaune verdâtre.	blanc sensiblement.
70	jaune verdâtre pâle.	blanc sensiblement.
83	jaune verdâtre plus foncé, mais bien moins abond.	blanc sensiblement.
90	violet sombre, couleur de pensée.	blanc sensiblement.
90, 5	violet bleuâtre presque nul.	blanc sensiblement.

On pourrait multiplier utilement ces exemples, surtout pour y découvrir les lois progressives suivant lesquelles le pouvoir rotatoire varie dans les systèmes ternaires composés d'acide tartrique cristallisé, d'acide sulfurique anhydre et d'eau. Pour cela il faudrait former une solution aqueuse d'acide tartrique dosée T, et une autre plus chargée de cet acide, que je nommerai T_1. Ayant observé T optiquement, on y verserait d'abord une très-petite quantité d'acide sulfurique aqueux d'un dosage connu; puis ayant calculé les quantités d'acide sulfurique anhydre et d'eau ainsi conjointement introduites, on ajouterait au système un poids de T_1, tel que la proportion relative de l'eau à l'acide tartrique, dans le système mixte se retrouvât la même que dans T. On aurait donc ainsi un nouveau système $T S_1$, qui serait le même que T, augmenté d'une certaine quantité d'acide sulfurique anhydre. Après avoir observé optiquement $T S_1$, on en déduirait de même un second système $T S_2$, où la proportion de l'eau à l'acide tartrique serait encore la même, mais dans lequel la proportion d'acide sulfurique anhydre serait plus grande. De là on déduirait une suite de systèmes analogues $T S_3$, $T S_4$, etc. Et ayant déterminé tous les pouvoirs rotatoires que l'acide tartrique y exerce, on construirait leur lieu géométrique, en prenant pour abscisses les proportions d'acide sulfurique anhydre introduites successivement. Ce lieu serait très-vraisemblablement une hyperbole équilatère. Alors trois séries pareilles, faites avec trois solutions T où les proportions de l'eau à l'acide tartrique seraient diverses, donneraient toutes les lois du phénomène pour des systèmes tartro-sulfuriques quelconques; ce qui conduirait sans doute à des résultats curieux sur les affinités relatives des deux acides pour l'eau.

Je ne puis qu'indiquer ici ce travail aux observateurs. Mais déjà les résultats précédents suffisent pour caractériser nettement les propriétés spéciales de notre réactif, c'est-à-dire de l'acide tartrique, lorsqu'il est dissous dans l'eau, soit pure, soit mêlée d'autres substances avec lesquelles il ne se combine peut-être pas immédiatement, mais qui agissent sur le milieu qui l'environne. Le pas suivant à faire, c'est de remplacer ces substances par d'autres qui, à la faculté d'agir aussi sur l'eau, joignent celle de pouvoir former avec l'acide tartrique des combinaisons immédiates. Car, en étudiant optiquement ces systèmes plus complexes, on pourra, à l'aide de ce qui précède, démêler les effets propres résultant de cette nouvelle circonstance, et établir séparément leurs lois. Tel sera l'objet ultérieur du présent mémoire.

§ 3. *Des combinaisons fluides ternaires formées par l'eau, l'acide tartrique et les alcalis.*

Ayant formé une solution aqueuse de potasse d'un dosage connu, si l'on en prend un certain poids fixe, et qu'on y introduise des quantités d'acide tartrique cristallisé, d'abord très-petites, puis graduellement croissantes, soit à l'état solide, soit en solution aqueuse, les premières doses d'acide se dissolvent dans le système, ou y conservent l'état fluide, sans qu'il soit besoin d'aider cet effet par une élévation artificielle de température, du moins lorsque la proportion d'eau est suffisamment abondante. Mais après un certain terme, voisin de celui où l'alcali est tout entier neutralisé atomiquement, et qui, quelquefois, le précède, une portion du système mixte commence à se précipiter à l'état de bitartrate

solide; et la fluidité ne peut être rétablie que par une dose plus forte de solution potassique, ou par une addition d'eau telle que le bitartrate précipité puisse être dissous. Ce phénomène de précipitation ne s'obtient d'ailleurs qu'avec un excès d'acide. L'excès d'alcali, si grand qu'il soit, ne produit point de tartrate basique, susceptible de se séparer ainsi en cristallisant; du moins, on n'en connaît pas jusqu'à présent de tel.

On obtient une succession d'effets pareils, en mettant de même l'acide tartrique en présence de la soude, ou de l'ammoniaque, par l'intermédiaire de l'eau. Seulement la volatilité de ce dernier alcali exige quelques précautions particulières pour maintenir la constance des milieux où sa proportion excède le terme de la neutralité atomique.

On peut encore varier utilement ces expériences, en n'y employant pas l'acide libre, mais déjà combiné en proportions connues et fixes avec l'alcali. Car, en faisant agir l'eau, ou les solutions alcalines, sur ces combinaisons déjà formées, on voit si elles continuent de subsister ou si elles se désunissent; et dans ce dernier cas, le mode, ainsi que la cause de leur altération, se découvre par les effets qu'elles produisent dans les systèmes fluides où on les introduit.

Tous les systèmes, ainsi composés, peuvent être obtenus limpides et incolores. Tous agissent sur la lumière polarisée; non plus avec le mode de dispersion spécial qui caractérise l'acide tartrique dissous dans l'eau pure, mais en offrant les apparences communes à toutes les autres substances douées du pouvoir rotatoire, lui seul excepté. Le sens de la rotation est le plus ordinairement dirigé vers la droite pour tous les rayons. Mais il passe à gauche, lorsqu'on parvient à dimi-

nuer suffisamment la proportion de l'eau, sans que le système cesse d'être fluide à la température ordinaire. Ce phénomène est analogue à celui qu'on opère dans les solutions tartriques purement aqueuses par l'addition de l'acide sulfurique concentré. L'excès de cet acide agit alors sur l'eau par son affinité propre, comme ici l'excès d'alcali. Seulement le groupe moléculaire qui subit l'inversion est différent.

Ce développement soudain du pouvoir rotatoire, avec le mode uniforme de dispersion qui l'accompagne, est d'autant plus remarquable que l'eau et les alcalis observés isolément, ou en combinaison avec d'autres corps, n'en présentent pas de trace sensible; et que, d'une autre part, l'acide tartrique, hors de la présence des alcalis ou des terres, l'exerce tout différemment. Une transformation aussi manifeste de propriétés moléculaires prouve évidemment l'existence de nouveaux groupes chimiques, formés dans les milieux où elle se produit. Et en étudiant le progrès de ce phénomène dans des milieux de même nature, variés de proportions graduellement, on conçoit qu'on pourra reconnaître ainsi l'identité ou la diversité des combinaisons qui s'y forment. Tel est le but des expériences suivantes, que je décrirai successivement pour les trois alcalis.

Examen des systèmes fluides ternaires formés par l'acide tartrique, la potasse et l'eau.

J'ai d'abord formé ces systèmes en dissolvant l'acide tartrique cristallisé dans des proportions graduellement croissantes de la même solution aqueuse de potasse, laquelle dosée, par saturation avec l'acide sulfurique, selon le procédé de M. Gay Lussac, se montrait composée comme il suit:

Proportion de potasse anhydre	0,305638
— d'eau	0,694362
Ce qui donne le rapport pondérable de l'eau à la potasse.....	2,27184

Ces proportions résultent d'un dosage fait avec soin par un chimiste très-exercé à ce genre d'opération (1), mais je l'ai vérifié aussi par moi-même. Ici il convient de remarquer que l'eau, complémentaire de la potasse saturée, a pu ne pas être complétement pure. Et, d'après le mode de préparation employé à former la solution potassique, que par-dessus tout j'avais désiré incolore, il est présumable qu'elle renfermait une proportion plus ou moins sensible de sels de potasse que le procédé de saturation employé n'accuse point; faisant seulement connaître la quantité de potasse libre ou carbonatée, qui existe dans le liquide qu'on neutralise. Pour cette dernière, le passage très-prompt du bleu au rouge-jaunâtre dans l'acte de la saturation, montrait que la proportion en était fort petite; et l'acide tartrique, mis en sa présence, a pu également s'en saisir. Quant aux autres sels, il les a nécessairement laissés intacts, parce que, dans toutes les expériences, la solution potassique a été employée en dose beaucoup plus grande qu'il n'était nécessaire pour qu'il se trouvât neutralisé par la proportion de potasse libre ou carbonatée que l'acide sulfurique accusait. Par ce moyen, je me suis rendu indépendant de la pureté absolue du reste de la solution, condition qu'il m'aurait été difficile d'atteindre. Seulement le liquide, qui composait ce reste, n'étant pas uniquement

(1) M. Jacquelin, préparateur à l'école centrale des arts et manufactures.

de l'eau, les combinaisons formées par l'acide tartrique avec l'alcali libre ont pu s'y répandre et même s'y unir avec plus ou moins de facilité que s'il eût été composé d'eau pure, ce qui a pu, comparativement, modifier quelque peu les grandeurs absolues des déviations. Mais cela n'affecte point les résultats que je me propose d'établir; car ils reposent uniquement sur la constance ou la variabilité du pouvoir rotatoire dans un milieu donné, et qui pourrait être tout autre que l'eau. On comprendra même, par ce qui va suivre, que, dans le mode d'expérimentation que j'ai employé, j'aurais pu établir complétement ces résultats sans aucun dosage quelconque des solutions alcalines; en employant seulement, comme je l'ai toujours fait, la même solution pour chaque série d'expériences comparatives, et m'assurant que l'alcali était toujours en excès dans les systèmes mixtes dont j'observais le pouvoir sur la lumière polarisée. Mais il était cependant utile de doser ces solutions pour connaître l'influence exercée dans les systèmes successifs par l'accroissement relatif de l'alcali ou de l'eau qu'on pouvait y introduire. C'est pourquoi j'ai pris ce soin. Les réflexions précédentes m'ont paru nécessaires pour montrer, par avance, la sûreté de la marche que je vais suivre. Elles s'appliquent à tout le reste de mon travail, comme il sera facile de le reconnaître, et je me dispenserai conséquemment de les répéter.

Quand on introduit ainsi l'acide tartrique cristallisé dans des solutions très-chargées d'alcali, il s'opère un dégagement de chaleur considérable, qui tend à vaporiser une certaine quantité d'eau. Mais on évalue cette perte en pesant d'abord séparément l'acide et la solution potassique avant de les mettre en contact, puis pesant aussi le système définitif qu'ils for-

ment après que l'équilibre avec la température ambiante est rétabli. Comme cette précaution est toujours nécessaire dans ce genre d'expériences, pour connaître exactement les proportions du milieu formé, je m'y suis toujours astreint, et je me dispenserai dorénavant de le dire.

Lorsque l'acide est ainsi introduit immédiatement dans la solution potassique, les petites impuretés accidentelles qui s'y trouvent, et qui sont généralement formées de matières végétales, sont dissoutes par la potasse, et le système prend une légère nuance jaunâtre qui devient sensible à travers des épaisseurs d'un tiers ou d'un demi-mètre. Cela n'empêche pas de reconnaître parfaitement le nouveau système de teinte des deux faisceaux réfractés; et surtout cela n'altère en rien les déviations observées à travers le verre rouge pour déterminer le pouvoir rotatoire spécifique. Mais on évite ce petit inconvénient, en dissolvant d'abord l'acide ou ses combinaisons dans l'eau, et filtrant ces solutions avant de les mêler à la solution potassique, supposée filtrée de même avant son dosage. On obtient ainsi des systèmes tout à fait incolores, où l'on peut observer avec une exactitude complète les teintes des faisceaux transmis, donnés par la lumière blanche. J'ai fini par opérer toujours de cette manière, et j'en rapporterai bientôt des exemples nombreux. C'est pourquoi je prendrai l'occasion alors d'exposer les successions des teintes dont il s'agit, dans toute leur pureté. Ici donc je me bornerai à rapporter en tableaux les conditions numériques des expériences que j'ai faites, en introduisant directement l'acide tartrique cristallisé dans la solution potassique définie plus haut. J'ai joint à chacune d'elles le pouvoir rotatoire spéci-

fique $[\alpha]$ que cet acide y manifeste, pouvoir qui se conclut de la déviation observée α, au moyen de la formule générale

$$[\alpha] = \frac{\alpha}{l\varepsilon\delta}$$

Tel est l'objet du tableau n° 1 ici annexé, page 316.

Les valeurs du pouvoir rotatoire $[\alpha]$, exprimées dans la huitième colonne, vont en décroissant, à mesure que la proportion de solution potassique augmente. Et ce résultat est trop soutenu, comme aussi trop sensible, pour qu'on puisse l'attribuer aux erreurs des observations. On peut même en exprimer très-approximativement la loi, dans l'intervalle des quatre expériences, en représentant la suite des $[\alpha]$ par les ordonnées d'une ligne droite, ayant pour abscisses les valeurs de $p+c$, c'est-à-dire les proportions successives de solution potassique qui se sont trouvées en présence de l'acide dans chaque système. En effet, l'équation d'une telle droite est de la forme

$$[\alpha] = A + B(p+c)$$

A et B désignant deux constantes que l'on peut déterminer en assujettissant la droite à reproduire deux des valeurs observées de $[\alpha]$. Si l'on choisit pour cela celles de la première et de la troisième expérience, on en déduit :

$$A = +77{,}000\,; \quad B = -56{,}1506.$$

Alors, en prenant dans notre tableau les valeurs numériques de $p+c$, relatives à la seconde expérience et à la quatrième, l'ordonnée rectiligne calculée donne les $[\alpha]$ qui doivent y correspondre; je les ai consignés dans la neuvième colonne du tableau. Ils diffèrent si peu des résultats observés, que l'on ne saurait dire si leurs écarts ne sont pas dus aux erreurs presque inévitables que ces expériences comportent.

Ainsi, par la loi de continuité, mieux encore que par les observations isolées elles-mêmes, on voit que le pouvoir rotatoire spécifique de l'acide tartrique se montre ici variable, et sensiblement proportionnel à la proportion de solution potassique existante dans chaque système mixte. Déjà ce même mode de variabilité s'était présenté dans les solutions tartriques purement aqueuses. Le pouvoir de l'acide s'y trouvait sensiblement proportionnel à la proportion de l'eau. Ces résultats sont analogues. Pour les deux cas également, la ligne droite, qui représente approximativement les pouvoirs rotatoires, n'est sans doute que la tangente de la courbe qui exprime leurs lieux véritables; et cette courbe est vraisemblablement, ici comme alors, une hyperbole équilatère. Enfin, le calcul que nous venons d'effectuer atteste, comme je l'ai avancé, que le fait même de cette variation est indépendant du dosage de la solution potassique, puisque l'abscisse de la droite qui lie les expériences est $p+e$, c'est-à-dire le poids total de cette solution quelle qu'elle puisse être. La quantité plus ou moins grande de sels neutres qui pourrait se trouver dans e, apporterait sans doute des variations correspondantes dans les valeurs absolues de $[\alpha]$; et elle donnerait ainsi pour leur lieu géométrique une autre droite que celle que nous venons d'obtenir. Mais la nature rectiligne du lieu subsisterait toujours, ainsi que les conséquences de continuité qui s'en déduisent.

Dans ces quatre expériences faites avec la solution potassique, l'acide tartrique avait complétement perdu la spécialité de dispersion qu'il manifeste dans l'eau pure. Il avait donc formé avec le milieu potassique une combinaison autre qu'avec l'eau. Or, je dis de plus que cette combinaison ne s'est

pas constituée en proportions fixes, d'acide, d'eau et de potasse, dans les quatre expériences. Car si elle eût été telle, le pouvoir rotatoire $[\alpha]$ de l'acide, déduit des observations comme nous l'avons fait, aurait dû se trouver constant, au lieu d'être variable d'une expérience à l'autre, selon la proportion potassique, comme le montre la huitième colonne de notre tableau.

En effet, concevons que, pour chaque unité pondérable d'acide exprimée par 1, la combinaison formée dût contenir une proportion fixe de potasse exprimée par m, et une proportion d'eau pareillement fixe, exprimée par n. Alors, en considérant une quelconque de nos quatre expériences où la proportion pondérable d'acide a été ε, les deux autres éléments de la combinaison, supposée fixe, seront $m\varepsilon$, $n\varepsilon$; et la somme $\{1 + m + n\}\varepsilon$ sera sa proportion pondérable dans le système mixte. Conséquemment si l'on représente par $[\alpha]_1$ le pouvoir rotatoire propre à cette combinaison, puisqu'elle ne fait que se répandre dans le reste du système dont la densité commune est δ, on déduira $[\alpha]_1$ de la déviation observée α, au moyen de la formule générale,

$$[\alpha]_1 = \frac{\alpha}{(1 + m + n)\,\varepsilon\, l\, \delta}$$

Mais déjà les valeurs numériques de $[\alpha]$ rapportées dans notre huitième colonne, sont calculées par la formule

$$[\alpha] = \frac{\alpha}{l\,\varepsilon\,\delta}$$

on aura donc toujours

$$[\alpha]_1 = \frac{[\alpha]}{1 + m + n}$$

Maintenant la combinaison étant supposée se faire en proportions fixes, m et n sont des nombres constants. En outre $[\alpha]_1$

devra être pareillement constant, si l'on veut que le produit formé ait été toujours de même nature dans les quatre expériences. Il faudrait donc que les valeurs de $[\alpha]$, telles que nous les avons calculées, fussent constantes aussi, ce qui n'est pas; et par conséquent la constance supposée dans la combinaison est inadmissible.

On arrive à la même conclusion par un raisonnement inverse. Le pouvoir rotatoire $[\alpha]$, attribué à l'acide seul, a été calculé dans le tableau par la formule

$$[\alpha] = \frac{\alpha}{l\varepsilon\delta}$$

Maintenant, si la combinaison active n'est pas cet acide seul, mais combiné avec la potasse et l'eau dans les proportions m et n, le poids du produit ainsi formé sera plus grand que celui de l'acide dans le rapport de $1 + m + n$ à 1. Conséquemment le pouvoir rotatoire spécifique de ce produit dans chaque expérience, sera moindre que celui de l'acide seul, inversement aux poids agissants. Il sera donc

$$\frac{[\alpha]}{1+m+n} \text{ ou } \frac{\alpha}{(1+m+n)\,l\varepsilon\delta}$$

comme nous venons de le trouver tout à l'heure; et son expression numérique devra être constante dans toutes les expériences, s'il reste fixe dans ses proportions. Or, au contraire, nous le trouvons continûment variable; donc la combinaison n'est pas constante. Ainsi, dans ces expériences, où la proportion de l'alcali a toujours été beaucoup plus grande qu'il n'était nécessaire pour neutraliser atomiquement l'acide, il ne s'est pas formé constamment du tartrate neutre; et il ne s'est pas formé non plus une même espèce quelconque de tartrate basique à proportions constantes. Car, dans tous ces

cas, $[\alpha]$ aurait été un nombre constant; au lieu que nous le trouvons variable continûment, et proportionnel à la proportion de solution potassique existante dans le système mixte.

Si l'on se bornait à considérer seulement les expériences précédentes, cette variabilité de $[\alpha]$ pourrait s'expliquer en concevant que, outre le tartrate neutre, il existe plusieurs tartrates basiques fluides, de composition et de pouvoir divers; lesquels se formant ensemble ou tour à tour dans les systèmes successifs, produiraient les variations observées. On conserverait ainsi la possibilité qu'il existât des combinaisons seulement par proportions fixes et discontinues, même dans l'état fluide.

Toutefois il faudrait multiplier considérablement, et peut-être indéfiniment, les termes de cette hypothèse; car la progression décroissante des valeurs de $[\alpha]$ n'annonce rien qui la borne; et en effet, des expériences que je rapporterai plus loin montreront qu'elle se continue jusqu'aux dernières limites de proportions où le système peut rester fluide. Avec la potasse on peut amener ainsi $[\alpha]$ jusqu'à devenir nul, avec la soude jusqu'à être négatif pour tous les rayons.

Mais un mode d'expérience direct et très-simple détruit la possibilité même de cette supposition compliquée. En effet, admettant la réalité de pareils produits, et, si l'on veut, leur existence simultanée dans un même milieu, la fixité de leurs proportions ne devra pas changer d'une manière soudaine, quand on augmentera graduellement la proportion d'eau existante dans chaque système fluide, sans y faire aucune autre modification. Car les produits fixes une fois formés, tels que l'exigent les proportions présentes d'alcali et d'acide, si une addition pro-

gressive d'eau vient s'y joindre, ils ne feront d'abord que se répandre davantage dans l'espace qui leur sera offert. Ainsi la valeur de $[\alpha]$ calculée pour un système donné, ne variera point par l'effet de cette dilution, lorsqu'on en tiendra compte dans le calcul. Or, c'est précisément le contraire qui arrive, comme le montre le tableau n° 2 ici annexé, page 316, dans lequel j'ai rassemblé les résultats d'une suite d'expériences faites comme je viens de l'expliquer.

Dans ces quatre expériences du tableau n° 2, le rapport de la potasse à l'acide n'a jamais été moindre que 0,825631 ; et il a ainsi toujours surpassé beaucoup le rapport de neutralisation atomique qui est 0,62545. Conséquemment, le tartrate neutre, et les tartrates basiques, s'il en existe, ont pu se former, soit isolément, soit à l'état de mélange, comme dans les expériences du tableau n° 1. Or, si l'on considère d'abord le système B_1, formé en ajoutant de l'eau pure au système A du tableau n° 1, on voit que le pouvoir rotatoire spécifique $[\alpha]$ de l'acide s'est notablement accru; de sorte que les groupes moléculaires de A ont subitement varié par cette addition. Si l'on considère ensuite le système C_1, on trouvera que le rapport de la potasse à l'acide ou $\frac{p_1}{\varepsilon_1}$, y est égal à 2,2672, c'est-à-dire très-peu différent de $\frac{p}{\varepsilon}$ dans le système B du tableau n° 1, où l'on a $\frac{p}{\varepsilon} = 2{,}47995$. On peut donc, sans aucune crainte d'erreur, employer l'approximation rectiligne qui représente tout le tableau n° 1, pour calculer la petite réduction que la valeur de $[\alpha]$ y subirait en passant de ce dernier rapport au premier. On trouve ainsi qu'elle serait seulement + 0°,5098, additive à la valeur 27°,512 propre au système B; ce qui donne 28°0218 pour le pouvoir rotatoire du système fictif b ainsi conclu. Comme, en

outre, le rapport $\frac{e}{p}$ est constant dans le tableau n° 1, et égal à 2,27184, les proportions pondérables du système fictif b déduit de B, et analogue à C_1, s'y déterminent complétement, et l'on a ainsi ces résultats comparables :

DÉSIGNATION du système.	PROPORTIONS PONDÉRABLES DU SYSTÈME DANS L'UNITÉ DE POIDS. PROPORTION d'acide tartrique cristallisé. ε	PROPORTION de potasse anhydre. p	PROPORTION d'eau. e	RAPPORT de la potasse à l'acide. $\frac{p}{\varepsilon}$	RAPPORT de l'eau à la potasse. $\frac{e}{p}$	POUVOIR rotatoire spécifique de l'acide pour 100^{mm}, conclu de l'observation.
Tabl. 1, syst. b.	0,118794	0,269331	0,611875	2,2672	2,27184	+ 28°,0218
Tabl. 2, syst. C_1.	0,102802	0,233073	0,664124	2,2672	2,8494	30°,2090

On voit donc qu'ici encore, lorsqu'on augmente seulement la proportion d'eau de B, en conservant constant le rapport de la potasse à l'acide, le pouvoir rotatoire spécifique de l'acide augmente, comme nous l'avons déjà reconnu directement, en passant du système A au système B_1. Ainsi, les combinaisons existantes dans les tableaux n° 1 et n° 2, quelles qu'elles puissent être, changent par le seul effet d'une addition d'eau, puisque le groupe moléculaire qu'elles forment varie alors dans ses propriétés sensibles. Conséquemment elles ne peuvent pas résulter d'une combinaison atomique fixe, soit simple, soit multiple entre l'alcali et l'acide, laquelle dépendrait uniquement de leurs proportions. Il faut que le troisième élément du système, qui est l'eau, y influe aussi par sa quantité actuelle, et que la combinaison ternaire qui se forme varie progressivement et continûment, comme l'atteste la variabilité pareillement progressive et continue du pouvoir qu'elle exerce sur la lumière polarisée.

n aqueuse de potasse.

DÉSIGNATION du système mixte.	DES Proportion d'acide tartriq cristallisé ε	OMBRE des ervations squelles a conclu déviation ervée α	
A	0,20246	5o	Dans ces quatre expériences le rapport du poids de l'eau à celui de la potasse ou $\frac{e}{p} = 2,27184$.
B	0,10972	3o	
C	0,079088	4o	
D	0,03056	6o	

Dissolutio t par addition de solution potassique.

DÉSIGNATION du système mixte.	DES Proportion d'acide tartriq cristallisé ε	OMBRE bservations esquelles a conclu déviation bservée α	
A_1	0,19956	3o	Dans cette expérience le rapport $\frac{p}{\varepsilon}$ de la potasse à l'acide est 0,825631.
B_1	0,14930	3o	C'est le système A du tableau n° 1, étendu d'eau.
C_1	0,10280	2o	C'est la moitié de A_1, étendue de solution potassique (réductible à B, n° 1, par l'approximation rectiligne).
D_1	0,09889	5o	C'est l'autre moitié de A_1, étendue d'eau.

TABLEAU N° 1.

Dissolution de l'acide tartrique cristallisé dans des quantités graduellement croissantes d'une même solution aqueuse de potasse.

DÉSIGNATION du système mixte.	PROPORTIONS DES TROIS ÉLÉMENTS DU SYSTÈME DANS L'UNITÉ DE POIDS. Proportion d'acide tartrique cristallisé ε	Proportion de potasse anhydre p	Proportion d'eau e	DENSITÉ apparente du système mixte δ	LONGUEUR du tube d'observation en millimètres l	DÉVIATION observée à travers le verre rouge, exprimée en degrés sexagésimaux α	POUVOIR ROTATOIRE spécifique de l'acide cristallisé, conclu pour 100 millimètres $[\alpha]$	LE MÊME, calculé comme l'ordonnée d'une ligne droite dont $p+\varepsilon$ est l'abscisse.	EXCÈS du calcul.	NOMBRE des observations desquelles on a conclu la déviation observée α	
A	0,202465	0,243757	0,553778	1,38068	347,1	+ 31°,260	+ 32°,2177	+ 32°,2177	0°,0000	50	Dans ces quatre expériences le rapport du poids de
B	0,109721	0,272102	0,618173	1,37113	350,6	14,511	27,512	27,0100	— 0,502	30	l'eau à celui de la potasse ou $\frac{e}{p} = 2,27184$.
C	0,079088	0,281465	0,639446	1,36701	347,6	9,504	25,291	25,2910	0,000	40	
D	0,030565	0,296296	0,673139	1,36054	523,0	4,8167	22,147	22,5650	+ 0,418	60	

TABLEAU N° 2.

Dissolution de l'acide tartrique dans une solution aqueuse de potasse, progressivement étendue par addition d'eau pure, et par addition de solution potassique.

DÉSIGNATION du système mixte.	PROPORTIONS DES TROIS ÉLÉMENTS DU SYSTÈME DANS L'UNITÉ DE POIDS. Proportion d'acide tartrique cristallisé ε	Proportion de potasse anhydre p	Proportion d'eau e	RAPPORT du poids de l'eau à celui de la potasse anhydre $\frac{e}{p}$	DENSITÉ APPARENTE du système mixte δ	LONGUEUR du tube d'observation l	DÉVIATION observée à travers le verre rouge, exprimée en degrés sexagésimaux α	POUVOIR ROTATOIRE spécifique de l'acide cristallisé, pour 100 millimètres; conclu $[\alpha]$	NOMBRE des observations desquelles on a conclu la déviation observée α	
A_1	0,199567	0,164769	0,635663	3,8579	1,27074	345,6	+ 33°,1444	+ 37°,817	30	Dans cette expérience le rapport $\frac{p}{\varepsilon}$ de la potasse à l'acide est 0,825631.
B_1	0,149300	0,179750	0,670951	3,7327	1,26720	348,6	23,4944	35,623	30	C'est le système A du tableau n° 1, étendu d'eau.
C_1	0,102802	0,233073	0,664124	2,8494	1,31518	522,5	21,341	30,209	20	C'est la moitié de $A_{1,1}$ étendue de solution potassique (réductible à B, n° 1, par l'approximation rectiligne).
D_1	0,098898	0,0816536	0,819448	10,0356	1,12445	528,0	21,580	36,752	50	C'est l'autre moitié de $A_{1,1}$ étendue d'eau.

En reprenant l'examen comparatif des systèmes mentionnés dans le tableau n° 2, on conçoit que C_1 ait un pouvoir moindre que A_1, puisqu'il en dérive par une addition de solution potassique. Mais il est plus surprenant, et, en apparence, contradictoire avec ce qui précède, que D_1 ait un pouvoir moindre que A_1, dont il dérive par addition d'eau. Lorsque je fis ces expériences (en 1835), je fus d'abord porté à croire que cette diminution de pouvoir n'était qu'apparente, et résultait de quelque légère erreur commise dans les opérations nombreuses et assez difficiles qu'elles nécessitent. Mais j'ai reconnu depuis qu'elle est très-réelle, et qu'elle tient à l'agrandissement considérable de la proportion d'eau dans le système D_1. Car, à la vérité, dans les systèmes où l'alcali est prédominant et l'eau peu abondante, une addition d'eau, satisfaisant l'avidité de l'alcali libre, augmente le pouvoir rotatoire des groupes moléculaires qui se forment. Mais, à un certain degré d'excès, l'affinité de l'eau, pour l'alcali et pour l'acide, affaiblit leur action mutuelle, et le pouvoir rotatoire moléculaire diminue. En général, pour prendre une idée juste de ces phénomènes, et comprendre leurs variations, il faut les considérer comme résultant d'une réaction triple, qui s'exerce simultanément entre toutes les particules dont chaque système est composé. C'est ce qui achèvera de devenir évident quand nous aurons étudié les changements que l'addition séparée de l'eau ou de l'alcali produit sur des combinaisons neutres, c'est-à-dire, où l'alcali et l'acide sont proportionnés de manière à se neutraliser atomiquement.

Déjà ce genre de connexion peut être rendu sensible dans les effets optiques produits par le système A_1 du tableau n° 2,

et je m'arrêterai d'autant plus volontiers à le développer, que cela montrera très-nettement le procédé de calcul par lequel on peut reporter à la masse totale d'un groupe moléculaire, la valeur numérique du pouvoir rotatoire, préalablement attribuée à un de ses éléments.

D'après une analyse que M. E. Péligot a bien voulu faire à ma prière, le tartrate neutre de potasse est composé atomiquement comme il suit :

	Équivalent chimique.
1 atome d'acide tartrique cristallisé.	943,19
1 atome de potasse.	589,92
Somme équivalente à un atome de tartrate potassique neutre.	1533,11

Ainsi, pour chaque unité pondérable d'acide tartrique cristallisé contenue dans ce sel, le poids neutralisant de potasse est $\frac{589,92}{943,19}$ ou 0,625452. Maintenant, si nous considérons le système A_1, la proportion d'acide cristallisé contenue dans chaque unité pondérable y était, 0,199567; conséquemment, dans l'état libre, sa neutralisation aurait exigé une proportion de potasse exprimée par 0,199567.0,625452 ou 0,1248195; ce qui formerait une proportion de tartrate neutre égale à 0,199567 + 0,1248195 ou 0,3243865. Isolant donc idéalement cette combinaison dans le système A_1, comme si elle s'y était formée en réalité, la composition de ce système, pour chaque unité pondérable, se trouvera représentée de la manière suivante :

Tartrate potassique neutre.	0,3243865
Potasse libre et carbonatée, eau et sels.	0,6756135

Or, la quantité totale de potasse, tant libre que carbonatée, du système A_1, y composait la proportion pondérable 0,164769; si de là on retranche 0,1248195 que l'acide sature, la différence 0,0399495 exprimera la proportion de potasse caustique ou carbonatée qui se trouvait en excès sur la condition de neutralité atomique. Cet excès était donc moindre que $\frac{4}{100}$ du poids total du système; et ainsi, pour peu qu'il y en eût une portion à l'état de carbonate, on voit que l'état du système A_1 a été presque identique avec celui qu'on aurait directement formé en dissolvant 0,3243865 de tartrate potassique neutre, dans 0,6756135 d'un liquide composé d'eau et d'une petite quantité de sels indifférents à l'action du tartrate. Alors, si l'on veut attribuer à celui-ci la déviation que nous avions précédemment attribuée à l'acide seul, on obtiendra son pouvoir rotatoire spécifique en réduisant le pouvoir de l'acide 37°,817 inversement aux poids des masses supposées agissantes, c'est-à-dire en le multipliant par $\frac{0,199567}{0,3243865}$, ce qui donne pour produit 23°,2655. Telle devra donc être aussi, à fort peu près, la valeur numérique du pouvoir rotatoire spécifique du tartrate potassique neutre, directement formé, et dissous dans les mêmes conditions; du moins si le transport de ce pouvoir aux groupes moléculaires du tartrate, et sa répartition entre eux s'opère selon les conditions d'individualité que notre calcul exprime. Or, en effet, l'expérience y est exactement conforme, comme on le verra bientôt. Car en dissolvant des cristaux de tartrate potassique neutre très-pur dans des proportions d'eau fort diverses, et traçant la loi physique des pouvoirs rotatoires que ce sel y exerce, j'ai trouvé que, pour une proportion d'eau égale à 0,6756135, ce pouvoir

est + 23°,1649. Et la petite infériorité de ce nombre, relativement au précédent, peut même s'attribuer avec beaucoup de probabilité à la diversité des circonstances physiques dans lesquelles les deux résultats ont été obtenus. Car, à la vérité, le très-faible excès d'alcali libre existant dans le système A_1, et la présence de quelques sels neutres qui ont pu s'y trouver, aurait peut-être dû y rendre le pouvoir rotatoire de la combinaison un peu moindre que celui du tartrate dissous dans l'eau pure; mais, d'une autre part, la déviation opérée par le système A_1, a été observée à la température de 25°, au lieu que l'observation directe du tartrate neutre a été faite à 19°,5; et en outre, ce tartrate, quoiqu'il fût exempt de toute humidité apparente, pouvait bien ne pas être tout à fait aussi sec que les cristaux d'acide tartrique employés à la formation du système A_1. Ces deux circonstances, qui concouraient pour affaiblir relativement son pouvoir rotatoire spécifique, ont bien pu compenser l'effet analogue que le petit excès d'alcali du système A_1 devait produire; et même faire passer la différence en sens contraire, comme nous l'observons.

Je compléterai ces résultats en exposant une dernière série d'expériences analogues aux précédentes, mais dans laquelle toutes les solutions, successivement formées, ont été obtenues incolores, de sorte que leurs effets optiques sur la lumière blanche ont pu être observés purs de toute altération. En comparant la nature et la succession des teintes que présentent alors les images O, E, avec celles que produit l'acide tartrique dissous dans l'eau pure, et dont j'ai plus haut rapporté un exemple page 265, on verra que la différence causée par la présence de l'alcali est totale; qu'elle se reconnaît au

premier coup d'œil, comme elle se constate par les épreuves les plus précises ; et qu'aucun caractère sensible ne saurait rendre plus manifeste le nouvel état de combinaison qui s'est ainsi formée invisiblement.

Dans ces nouvelles expériences, l'acide tartrique cristallisé n'a pas été mis immédiatement en contact avec la potasse. Je l'ai d'abord dissous dans l'eau pure, selon les proportions suivantes, relatives à chaque unité pondérable :

Acide tartrique cristallisé. . . . . $\varepsilon = 0{,}4642$
Eau . . . . . $e = 0{,}5358$

Ces proportions se trouvent presque identiques avec celles de la solution analogue T, page 263, dont jai rapporté les optiques page 265. Le tableau qui les résume servira donc ici pour rappeler la série des teintes O, E, que peut produire une pareille solution. Seulement les systèmes tartro-potassiques que j'en ai déduits ayant été observés tous à une température peu différente de 17°, il faudra ici déterminer, pour cette température, le pouvoir que l'acide a dû exercer primitivement dans la solution purement aqueuse; ce qui se fera au moyen de la formule $A + B e$, page 268, en prenant e tel que je le donne ci-dessus. On trouve alors que l'expression numérique de ce pouvoir, pour une épaisseur de 100^{mm}, est $+ 7°{,}049$. Le petit excès de ce nombre, sur celui que nous avions obtenu page 270, pour la solution T, tient presque uniquement à ce que la température de l'observation était alors plus basse, et seulement de 11°,5.

La solution potassique, dont j'ai fait usage, étant dosée par l'acide sulfurique, se trouvait composée dans chaque unité de poids comme il suit :

Potasse anhydre libre ou carbonatée. . .	0,380256
Eau et sels neutres de potasse.	0,619744

La rapidité du passage du bleu au rouge-jaunâtre, dans l'acte de la saturation, montrait que la proportion de carbonate devait être très-petite. Les épreuves chimiques prouvaient qu'il y avait à peine des traces de chaux, et point de sulfates. Mais il y existait des chlorures de potasse dissous en quantité notable, et, je présume, même plus forte que dans la solution potassique employée précédemment. L'action de ces sels sur l'eau, la rendant moins libre de se combiner avec l'acide, a pu affaiblir un peu le pouvoir de celui-ci dans les produits formés par son union avec les éléments des systèmes mixtes; mais cela n'influe nullement sur les conséquences que je me propose d'établir sur la comparaison de ces systèmes. Car, ayant formé le premier d'entre eux avec des poids connus de solution tartrique et de solution potassique, j'ai pu calculer les proportions d'acide cristallisé, d'eau, et de solution potassique, primitive, qui le constituaient. Puis, j'ai composé un mélange où cette même solution était étendue d'eau pure dans le même rapport; et j'ai successivement ajouté des doses croissantes de ce mélange au premier système pour former les suivants, qui se sont trouvés ainsi tous les mêmes qu'ils auraient été si l'acide avait été introduit directement dans une solution potassique égale à ce mélange. Une fois, cependant, il m'est arrivé d'employer par mégarde la solution potassique primitive non étendue, ce qui m'a donné un système relativement plus chargé de potasse, et que j'ai désigné par Σ_2. Mais après l'avoir observé optiquement, j'y ai restitué la quantité d'eau convenable

TABLEAU N° 3.

Dissolution de l'acide tartrique cristallisé dans un mélange d'eau et de potasse a proportions fixes, et en doses progressivement constantes.

DÉSIGNATION du système mixte	PROPORTIONS DES TROIS ÉLÉMENTS DU SYSTEME DANS L'UNITE DE POIDS. Proportion d'acide tartrique cristallisé s	Proportion de potasse anhydre p	Proportion d'eau e	RAPPORT du poids de l'eau à celui de la potasse anhydre $\frac{e}{p}$	DENSITÉ apparente du système mixte δ	TEMPERATURE de l'observation des déviations en degrés centésimaux t	LONGUEUR du tube d'observation en millimètres l	DEVIATION observée à travers le verre rouge α	POUVOIR ROTATOIRE spécifique de l'acide cristallisé, conclu pour 100 millimètres. $[\alpha]$	LE MÊME, calculé comme pour une ligne droite dont $p+e$ est l'abscisse	EXCES du calcul.	DÉVIATION observée à travers le verre vert, celle qui s'observe à travers le verre rouge étant 1 $\frac{\alpha}{\alpha'}$	VALEUR de la dév^{on} α obs^{ée} avec le verre rouge exprimée en trentièmes de la déviation du rayon jaune conclue de l'azimut où E est violet bleuâtre.	NOMBRE des observations desquelles on a conclu la déviation n	
T	0,4642	0,0000	0,5358		1,24296	17°			+ 7°,049			1,0645	27,6417		C'est la solution aqueuse primitive d'acide tartrique cristallisé : le nombre 27,6417 est calculé d'après l'azimut où E devient sensiblement nul à l'œil nu.
Σ	0,244066	0,181184	0,574750	3,17219	1,31433	17	501,5	+ 56°,3208	35°,0194	35°,0194	0°,0000	1,4542	23,467	40	C'est le système T avec addition de la solution potassique primitive P.
Σ_1	0,196995	0,192447	0,610558	3,17260	1,307934	16,5	501,5	42°,2167	32°,6717	32°,5726	−0°,0991	1,4228	23,311	30	C'est le système Σ avec addition de la solution potassique étendue P_1 qui rend $\frac{e}{p}$ constant.
Σ	0,122091	0,263859	0,614050	2,32719	1,36906	16,0	501,5	19°,4300	23°,1790			1,4411	23,009	50	C'est une partie du système Σ_1 à laquelle on a, par inadvertance, ajouté de la solution potassique primitive P, au lieu de la solution étendue P_1.
Σ_2	0,099753	0,215584	0,684663	3,17585	1,292919	16,5	501,5	17°,7986	27°,5180	27°,5180	0°,0000	1,4364	23,216	50	C'est le système Σ_2 auquel on a restitué la quantité d'eau nécessaire pour ramener le rapport $\frac{e}{p}$ à sa valeur constante.
Σ_3	0,051393	0,227220	0,721387	3,17484	1,285953	15,8	501,5	8°,0033	54°,1476	25°,0042	+0°,8556	1,4078	24,010	50	C'est le système Σ_3 avec addition de la solution potassique étendue P_1, qui conserve $\frac{e}{p}$ constant.

pour le ramener au même degré de dilution que les autres sous le nom de Σ_3; de sorte qu'il en résulte seulement une expérience de plus. J'ai rassemblé tous les résultats de ces observations dans le tableau n° 3, pareil à ceux que j'ai déjà rapportés plus haut. Je donnerai ensuite les déterminations expérimentales des teintes O, E, pour chacun des systèmes successifs, avec la lumière polarisée blanche. Mais déjà, j'en extrais par avance, et j'insère dans le tableau, les nombres qui expriment, pour ces systèmes, le rapport des déviations observées avec les verres vert et rouge, afin de montrer la constance de la dispersion dans les combinaisons successivement formées; dispersion bien différente de ce que l'on trouve avec l'acide dissous dans l'eau pure, et, au contraire, exactement ou presque exactement pareille à celle qu'on observe avec tous les autres corps doués du pouvoir rotatoire, cet acide seul excepté. Pour établir ce dernier fait par une autre vérification, j'ai placé aussi dans une colonne du tableau le rapport de la déviation à travers le verre rouge à celle du rayon jaune exprimée en trentièmes de cette dernière; parce que j'avais adopté cette forme dans mes précédents mémoires, ayant trouvé que ce rapport, ainsi exprimé, était toujours égal à $\frac{23}{30}$ ou très-peu différent. On verra qu'il est encore le même ici dans tous les systèmes successifs où l'acide a été neutralisé par la potasse en excès. Cette déviation du rayon jaune est d'ailleurs donnée très-exactement par l'azimut A, dans lequel l'image E atteint le violet-bleuâtre qui suit le bleu, et précède immédiatement le violet-rougeâtre. Car j'ai prouvé, il y a longtemps, que cela est ainsi dans la loi générale de dispersion réciproque aux carrés des accès;

et l'indice fondé sur ce passage soudain de l'image E à deux teintes si contraires, est aussi exact que commode à employer. Pour ne rien laisser de douteux dans les éléments de ces expériences, je ferai remarquer que la longueur l est portée au tableau comme étant la même dans toutes, parce qu'en effet les systèmes successifs ont tous été observés dans un même tube en verre terminé par des glaces à faces parallèles, dont l'une, celle du fond, était fixée par une légère couche d'essence de térébenthine épaissie au feu, de manière à former ainsi un long vase que l'on remplissait avec le liquide; après quoi, l'autre glace se posait sur le sommet de la colonne introduite pour le fermer, en ayant soin d'appliquer préalablement à ce bout du tube une très-légère couche de lut à la cire, pour assurer l'adhérence. Les réflexions intérieures étaient empêchées par deux diaphragmes d'argent semblables à de petits cylindres percés à leur fond, et d'un diamètre un peu inégal, qu'on laissait seulement descendre dans le liquide par leur propre poids; de sorte que la seule conicité du diamètre intérieur, qui existe toujours dans de pareils tubes, suffisait pour les espacer convenablement. Le tube était d'ailleurs placé dans une enveloppe de cuivre, qui se fermait du côté de l'orifice par un couvercle à vis, quand la seconde glace était posée, ce qui complétait son adhérence. J'ai employé plusieurs de ces appareils, ayant diverses longueurs, dont un même était entouré d'une enveloppe métallique, munie de thermomètres intérieurs, et pouvant être remplis d'eau froide ou chaude pour modifier les températures du liquide actif intérieur. Je n'ai rien trouvé qui fût plus commode pour ce genre d'observations.

Le seul aspect de ce tableau présente plusieurs conséquen-

ces importantes. D'abord, si l'on examine les valeurs de $[\alpha]$ dans les systèmes Σ, Σ_1, Σ_3 et Σ_4, où la proportion de l'eau à la potasse a été maintenue constante, on voit qu'elles vont en s'affaiblissant à mesure que $p + e$ augmente; et la loi de cet affaiblissement est très-approximativement représentée par une ligne droite dont $p + e$ est l'abscisse, résultat conforme à celui que le tableau n° 1, page 316, nous avait présenté pour un mode semblable de dilution. Seulement les nombres trouvés ici pour $[\alpha]$ semblent être comparativement un peu plus faibles; ce qui peut provenir de ce que la température moyenne des observations actuelles est d'environ 16°, tandis qu'elle était 25° dans les expériences du tableau n° 1. Peut-être, en outre, la solution potassique employée ici contenait-elle un peu plus de sels de potasse que la solution employée alors; ce qui a dû agir dans le même sens, en laissant à l'eau moins de liberté pour entrer en combinaison avec l'acide.

Secondement, si l'on compare le système Σ_2 déduit de Σ_1, par une addition de solution potassique non étendue, avec le système Σ_3 déduit de Σ_2, par addition d'eau pure, on voit que le pouvoir rotatoire $[\alpha]$ de l'acide a été immédiatement affaibli par l'excès relatif de potasse introduit dans Σ_1 pour former Σ_2; et qu'au contraire ce même pouvoir s'est immédiatement relevé par l'addition de l'eau pure qui a formé Σ_3; résultats conformes à ceux que la comparaison des tableaux n° 1 et n° 2 nous avait donnés.

Ces faits conduisent donc encore à la conséquence déjà établie sur les premières expériences, savoir : que la combinaison formée ici par l'acide avec la potasse, n'est pas opérée suivant une certaine proportion fixe, ni par une association quelconque de semblables combinaisons; mais que le groupe

moléculaire qui la constitue varie continûment avec les proportions relatives des trois corps mis en présence.

Et néanmoins, dans ces variations, la loi de dispersion des plans de polarisation demeure sensiblement la même, comme le montre la constance des nombres relatés dans les 13^{e} et 14^{e} colonnes pour les cinq systèmes tartro-potassiques; nombres qui expriment les rapports de dispersion de ces plans pour les rayons rouges, jaunes et verts. Sur quoi il faut remarquer que ces rapports sont exactement ou très-approximativement les mêmes qu'on observe dans toutes les substances douées du pouvoir rotatoire, l'acide tartrique excepté; conséquence importante qui sera amplement confirmée tout à l'heure par la nature et la succession des teintes des images O, E, données par les cinq systèmes dans tous les azimuts du prisme cristallisé.

Enfin, la grande différence qui existe entre les mêmes nombres et ceux que la première ligne du tableau présente pour l'acide tartrique dissous dans l'eau pure, montre avec la dernière évidence qu'en se combinant avec la potasse dans les cinq systèmes, cet acide a perdu immédiatement sa spécialité de dispersion; et c'est ce que les tableaux ci-dessous confirmeront encore, quand on les comparera au tableau que nous avons donné page 265, pour la solution tartrique pure. J'ajoute que les nombres trouvés alors pour cette solution s'accordent parfaitement avec ceux que j'ai rapportés d'après d'autres expériences analogues, mais plus générales, insérées au tome XV des Mémoires de l'Académie.

Je termine cet exposé par le tableau des teintes des images O, E, dans les cinq systèmes tartro-potassiques, pour les divers azimuts du prisme cristallisé. Pour la solution purement tartrique T, on peut considérer ces teintes comme très

approximativement représentées par le tableau de la page 265, formé par l'observation d'une solution pareille, et presque identique dans ses proportions; la température seule étant un peu différente.

Observations du système tartro-potassique Σ.

Longueur du tube 501^{mm},5.

A	O	E
0°	rouge rose très-beau.	blanc verdâtre, ou vert blanchâtre très-léger.
11	rouge orangé, ou orangé rougeâtre très-brillant.	blanc bleuâtre, ou bleu blanchâtre léger.
17	orangé très-beau.	blanc bleuâtre, ou bleu blanchâtre plus foncé.
22	jaune brillant foncé.	bleu plus marqué, déjà beau, quoique léger.
49	jaune plus clair, mais bon de teinte.	bleu très beau.
61	jaune plus clair.	indigo très-beau et abondant.
70	jaune clair un peu verdâtre.	bleu commençant à se violacer.
71	jaune verdâtre.	violet bleuâtre commençant.
72	jaune verdâtre.	violet bleuâtre, plus violacé.
73	jaune verdâtre.	violet rougeâtre.
74	jaune verdâtre plus pâle.	rouge violacé très-pourpre.
76	jaune verdâtre encore plus pâle.	rouge pourpre très-beau.
80	blanc légèrement verdâtre.	rouge encore pourpre, moins violacé, beau et abondant.
90	blanc verdâtre, ou vert blanchâtre.	rouge rose très-beau.

Déviation à travers le verre rouge..... 56°,3208
— à travers le verre vert..... 81 ,9000

Maintenant, je puis montrer, par une épreuve matérielle, que le mode de dispersion exprimé par ces teintes est aussi approximativement que possible conforme à celui qu'on observe dans toutes les autres substances douées du pouvoir rotatoire, l'acide tartrique excepté. Pour cela, il suffit de renvoyer le lecteur à mes premières recherches sur la polarisation de la lumière, insérées dans le volume des Mémoires de l'Institut, pour 1812, 1re partie, page 240. On y verra la série des teintes O, E, observées ainsi dans une plaque de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, ayant pour épaisseur

$2^{mm},997$, et dont la rotation était dirigée dans le sens , ou de la droite vers la gauche. Je n'avais pas mesuré alors la déviation opérée par cette plaque à travers le verre rouge; mais je l'ai fait depuis, en 1818, dans un autre mémoire, inséré au tome II de l'Académie des sciences, année 1817; où l'on voit, page 55, que je l'ai trouvée égale à $-56°$, ce qui diffère bien peu de ce que nous trouvons ici pour le système Σ; d'autant que j'étais loin alors d'espérer, dans ce genre de mesure, le degré de précision que je crois avoir atteint aujourd'hui. La déviation à travers le verre rouge étant donc ainsi sensiblement égale pour cette plaque et pour le système Σ, il faut, si la loi de dispersion des plans est pareille, que la même nature et la même succession des teintes O, E, s'observent dans toute l'étendue des deux séries, pour tous les azimuts du prisme cristallisé. Or, c'est ce qui a lieu en effet avec une identité parfaite, comme on peut s'en convaincre par l'inspection des observations citées de 1812. Et l'on y remarquera également que l'indice très-délicat du violet bleuâtre, précédant immédiatement le violet rougeâtre, s'y

trouve rapporté, comme dans la série actuelle, à l'azimut de 72°. La coïncidence des deux séries est donc complète, malgré l'extrême différence de nature des deux corps, et l'opposition du sens de la rotation. J'ajoute que les observations du système Σ ont été faites sans avoir nullement en vue ce rapprochement, auquel je n'ai songé qu'en écrivant le présent mémoire.

Observations du système tartro-potassique Σ_1.

Longueur du tube 501^{mm},5.

A	O	E
0	orangé brillant.	bleu blanchât., ou blanc bleuât.
+ 17	jaune brillant.	bleu moins blanchâtre.
27	jaune moins foncé.	bleu plus foncé.
37	jaune plus pâle.	bleu très-bon, foncé et abondant.
47	jaune plus pâle.	indigo très-beau et abondant.
52	jaune pâle un peu verdât.	bleu commençant à se violacer.
54	jaune verdâtre.	violet bleuâtre.
54 $\frac{2}{3}$	jaune verdâtre.	violet rougeâtre.
56	blanc verdâtre.	rouge rose, très-pourp. et bleuât.
58	blanc verdâtre.	rouge pourpre foncé, beau et abondant.
64	blanc bleuâtre ?	rouge mordoré, commençant à s'oranger.
69	blanc bleuâtre.	rouge sensiblement orangé : couleur de tuile rouge.
75	blanc bleuâtre.	rouge orangé, ou orangé très-rouge.
83	blanc plus bleuâtre.	orangé foncé et chaud.
90	bleu blanchâtre.	orangé.

Déviation observée à travers le verre rouge..... + 42°,2167

— — à travers le verre vert..... + 60 ,0667

La déviation 42°,22 observée ici pour le rayon rouge, est précisément les $\frac{3}{4}$ de la déviation 56°,32 observée pour le même rayon dans le système Σ. Donc, puisque la succession des teintes O, E, dans le système Σ, a été identique avec celle d'une plaque de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, ayant $2^{mm},997$ d'épaisseur, la succession de ces mêmes teintes dans Σ_1, devra être identique avec celle d'une pareille plaque ayant pour épaisseur $\frac{3}{4}$ $2^{mm},997$ ou $2^{mm},248$. Je n'en trouve pas dans mes précédentes recherches qui coïncide exactement avec ce nombre. Mais il en est une qui s'en rapproche extrêmement, sauf que le sens de la rotation y était inverse. Car son épaisseur était de $2^{mm},094$, et les observations qui s'y rapportent sont consignées dans mon mémoire de 1813, page 226. Or, il y a en effet une ressemblance suivie et frappante entre les teintes O, E, données par cette plaque et celle du système actuel Σ_1, comme on peut le constater en rapprochant les deux séries d'observations. Seulement l'épaisseur $2^{mm},247$, qui reproduirait identiquement le système Σ_1, excédant tant soit peu l'épaisseur $2^{mm},094$ de la plaque observée en 1812, la teinte O, donnée par celle-ci dans l'azimut 0°, n'était pas l'orangé, comme dans Σ_1, mais le jaune orangé; et O n'y devenait orangé que dans l'azimut — 5° ↖, comme on le voit par la série continue des teintes successives; ce qui répond à + 5° ↗, pour une plaque de même épaisseur où le sens de rotation eût été ↗, comme dans Σ_1. Or, cette petite augmentation de quelques degrés dans l'apparition des teintes analogues, est en effet la conséquence naturelle de la petite infériorité d'épaisseur $0^{mm},154$, que présentait la plaque obser-

vée en 1812, comparativement à celle qui aurait été identique avec Σ_1, d'après nos précédentes évaluations. Maintenant la plaque de cristal de roche, comparée ici à Σ_1, est précisément la même qui, dans mon mémoire de 1818, p. 109, s'est trouvée pareillement identique, pour la succession de ses teintes, avec une solution aqueuse de sucre de canne, dont j'ai rapporté alors les effets optiques. De sorte que l'identité de la loi de dispersion pour ces trois cas si différents, est ainsi rendue manifeste, bien mieux qu'elle ne pourrait l'être par de nouvelles expériences qu'on préparerait aujourd'hui pour le même but. Ce fait important étant assez établi par des exemples aussi indépendants les uns des autres, je me dispenserai de les multiplier, et je me bornerai à rapporter, sans autre remarque, les teintes des systèmes suivants, Σ_2, Σ_3 et Σ_4.

Observations du système tartro-potassique Σ_2.

Longueur du tube $501^{mm},5$.

A	O	E.
0°	jaune pâle un peu verdât.	bleu blanchâtre.
+ 17°	jaune plus pâle.	bleu plus foncé, très-bon et abond.
25	jaune très-pâle.	violet bleuâtre.
25 $\frac{2}{3}$	jaune très-pâle.	violet rougeâtre.
26,5	jaune très-pâle.	rouge rose pourpre, peu abond.
30	jaune blanchât. ou blanc jaunât., à peine coloré.	rouge mordoré, chaud; déjà s'orangeant.
33	jaune plus blanchâtre.	rouge sensiblement orangé.
40	blanc bleuâtre, à peine coloré.	rouge orangé, ou orangé rougeât.
46	blanc bleuâtre.	orangé.
69	blanc plus bleuâtre	jaune citron, verdâtre.
80	blanc plus bleuâtre, ou bleu moins blanchâtre.	jaune citron, moins foncé.
90	bleu blanchâtre.	jaune pâle, un peu verdâtre.

Déviation observée à travers le verre rouge + 19°,430
— à travers le verre vert. . + 28 ,100

Observations du système tartro-potassique Σ_3.

Longueur du tube 501^{mm},5.

A	O	E
0°	jaune.	bleu blanchâtre.
+ 15°	jaune très-pâle.	bleu très-bon.
22	jaune très-pâle.	bleu déjà sensiblement violacé.
22 $\frac{2}{3}$	jaune très pâle.	violet bleuâtre.
23,5	jaune presque blanc.	violet rougeâtre.
24,5	jaune presque blanc.	rouge rose pourpre, peu abond.
26	jaune presque blanc.	rouge mordoré, déjà s'orangeant.
30	jaune presque blanc.	rouge orangé, ou orangé roug.
37	blanc légèrement verdât.	orangé foncé.
60	blanc bleuâtre.	jaune citron verdâtre.
76	blanc plus bleuâtre, ou bleu moins blanchâtre.	jaune plus pâle.
90	bleu blanchâtre.	jaune.

Déviation observée à travers le verre rouge + 17°,799
— à travers le verre vert.. 25 ,567

Observations du système tartro-potassique Σ_4.

Longueur du tube 501^{mm},5.

A	O	E
0°	blanc à peine jaunâtre.	bleu blanchâtre.
+ 6°	blanc presque incolore.	bleu très-bon, peut-être un peu verdâtre.
10	blanc sensiblement.	violet bleuâtre.
11	blanc sensiblement.	violet rougeâtre.
12	blanc sensiblement.	rouge déjà s'orangeant.
13	blanc sensiblement.	rouge orangé.
15	blanc sensiblement.	orangé rougeâtre.
18	blanc un peu bleuâtre?	jaune rougeâtre.
25	blanc un peu bleuâtre?	jaune sale, un peu verdâtre.
35	blanc un peu bleuâtre?	jaune verdâtre pâle.
57	blanc à peine bleuâtre.	blanc à peine jaunâtre.
90	bleu blanchâtre.	blanc à peine jaunâtre.

Déviation observée à travers le verre rouge + 8°,003
— à travers le vert vert... + 11 ,267

Avant de quitter les phénomènes produits par les cinq systèmes tartro-potassiques Σ, Σ_1, Σ_2, Σ_3 et Σ_4, je présenterai ici un point de vue très-général, sous lequel on pourrait les envisager, et qui, indépendamment de toute connaissance de leur composition, montrerait que la combinaison quelconque qui a pu s'y former entre l'alcali et l'acide, a varié continûment de l'un à l'autre, comme je l'ai déjà conclu d'autres considérations.

Pour cela, il faut se rappeler que les quatre derniers systèmes ont été successivement déduits du premier, en ajoutant seulement à celui-ci des quantités graduellement croissantes de solution potassique, dans lesquelles la quantité primitive d'acide n'a fait que s'étendre et se combiner, selon qu'il a convenu à sa nature, sans recevoir d'ailleurs aucun accroissement. De sorte que si l'on prend idéalement un poids quelconque π du système Σ, on peut considérer tous les autres comme composés de ce poids π, successivement augmentés de certaines quantités X_1, X_2, X_3, X_4 de solution potassique inactive. Maintenant, si la combinaison quelconque, formée dans le système Σ, avait continué de subsister dans les systèmes suivants, elle y serait demeurée constante en poids, puisqu'il n'y a pas eu addition d'acide. Le système primitif Σ n'aurait donc fait autre chose que s'étendre dans le nouvel espace inactif qui lui aurait été offert; et le simple écart de ses particules ne changeant point la somme de leurs actions individuelles, on aurait pu déduire de cette loi de conservation toutes les déviations observables que les systèmes dérivés auraient dû opérer, selon le degré de dilution que le système primitif Σ y éprouve. Il n'y a donc qu'à calculer ces déviations dans la simple hypothèse de dilution dont il s'agit,

et voir si elles s'accordent ou ne s'accordent pas avec celles qu'a données l'expérience.

Rien n'est plus simple que ce calcul. Soit π le poids absolu du système Σ, δ sa densité, α la déviation qu'il imprime au plan de polarisation des rayons rouges à travers un tube de la longueur l. Si nous représentons par $[\alpha]$ le pouvoir rotatoire spécifique du fluide qui compose ce système, $[\alpha]$ se déduira des données précédentes par la relation générale de la page 244.

$$[\alpha] = \frac{\alpha}{l\,\delta}$$

Car, considérant le système dans son ensemble, comme milieu actif, on doit prendre $\varepsilon = 1$ dans la formule qui exprime cette relation.

Maintenant on compose Σ_1, en ajoutant au poids actif π du système Σ, le poids X de solution potassique inactive. Le poids π_1, de Σ_1, est donc $\pi + X_1$; et le système Σ y entre pour la proportion pondérable $\frac{\pi}{\pi + X_1}$ que je désignerai par $[\varepsilon]_1$. La densité de ce mélange devient δ_1; et l'on observe ses effets optiques dans un tube de la longueur l_1. D'après cela, si le système Σ n'a fait que s'étendre sans s'altérer, la nouvelle déviation α_1, qui s'observe, doit être telle qu'elle lui restitue le même pouvoir rotatoire $[\alpha]$, en tenant compte de la proportion pondérable $[\varepsilon]_1$, pour laquelle il entre dans le système mixte : c'est-à-dire qu'on devra avoir

$$[\alpha] = \frac{\alpha_1}{l_1\,[\varepsilon]_1\,\delta_1}$$

Cette relation combinée avec la précédente donne

$$\alpha_1 = \frac{\alpha\, l_1\, [\varepsilon]_1\, \delta_1}{l\,\delta}$$

ou, en remplaçant $[\varepsilon]_1$ par sa valeur $\frac{\pi}{\pi + X_1}$

$$\alpha_1 = \alpha . \frac{l_1}{l} \frac{\delta_1}{\delta} . \frac{\pi}{\pi + X_1}$$

Tous les éléments du second membre sont numériquement connus, tant par les conditions d'observation du système Σ que par les conditions de dilution par lesquelles Σ_1 a été formé. Ainsi on en pourra déduire par avance la déviation α_1, que ce système devra présenter dans les circonstances où on l'observe; et elle devra se trouver conforme à l'expérience, si en effet le système Σ n'a éprouvé qu'une simple dilution sans autre changement.

Les valeurs numériques du poids primitif π, et celles des poids additionnels X_1, X_2, X_3, X_4, ont été naturellement fixées dans les opérations successives que j'ai faites, et dont j'ai conclu les éléments du tableau n° 3. Mais il est inutile que je les rapporte, car le tableau même fournit toutes les données nécessaires pour déterminer le rapport $\frac{\pi}{\pi + X_1}$ relativement à chacun des systèmes ainsi formés. En effet, si l'on représente par a le poids absolu d'acide qui entre dans Σ et qui est resté constant dans tous les autres, il n'y a qu'à prendre dans la seconde colonne du tableau les valeurs successives de ε, c'est-à-dire, de la proportion pondérable d'acide dans chaque système, et l'on aura, par exemple, pour les deux premiers systèmes Σ et Σ_1, les équations $\varepsilon = \frac{a}{\pi}$ $\qquad$ $\varepsilon_1 = \frac{a}{\pi + X_1}$

ce qui donne $\qquad \frac{\pi}{\pi + X_1} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon}$

et par suite $\qquad \alpha_1 = \alpha . \frac{l_1}{l} \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon} \frac{\delta_1}{\delta}$ $\qquad$ (1)

où il ne reste qu'à substituer pour chaque système les valeurs numériques assignées par le tableau n° 3. Cette formule est la même qui nous a servi page 279; seulement nous y arrivons ici par un raisonnement un peu différent.

Comparons ainsi, par exemple, le système Σ au système Σ_4. Le tube d'observation ayant toujours eu la même longueur $l_4 = l$. En outre le tableau nous donne :

$$\alpha = +\ 56°,3208\ ;\quad \delta = 1,31433;\quad \delta_4 = 1,285953;$$
$$\varepsilon = 0,244066;\quad \varepsilon_4 = 0,051393$$

De là on tire la déviation que Σ_4 aurait dû produire dans l'hypothèse de la simple dilution du syst. Σ. $\alpha_4 = +\ 11°,6033$
au lieu que l'observation a donné. . . . . $\alpha_4 = +\ 8\ ,0033$

La déviation réellement produite a donc été beaucoup moindre que la simple dilution ne l'aurait donnée. Or il n'est pas possible d'attribuer aux observations une différence aussi forte. Il faut donc en conclure que les groupes moléculaires du système primitif Σ ont été modifiés par la simple addition de la solution potassique qui a formé Σ_4. Tous les systèmes intermédiaires soumis à la même épreuve conduiraient à une semblable conclusion. Et cela est même évident par le seul aspect de la formule (1). Car elle ne fait qu'exprimer la déviation α, qui devrait avoir lieu si le pouvoir spécifique de l'acide restait constant; et la comparaison des observations nous a montré qu'il suit une loi de décroissement progressive, représentée par une ligne droite. Mais ce second point de vue pouvait éclaircir la conséquence générale où nous étions parvenus, en montrant quels sont les seuls éléments essentiels dont elle résulte. C'est pourquoi j'ai jugé utile de le présenter.

Des modifications opérées par l'eau et la potasse, sur les tartrates potassiques solides et cristallisés.

Dans les expériences que j'ai jusqu'à présent décrites, l'acide tartrique cristallisé avait été immédiatement dissous dans la solution potassique. Mais on pouvait se demander si ses combinaisons fluides avec la potasse conserveraient encore le même caractère de variabilité dans le cas où, au lieu de le mettre en présence de la potasse à l'état libre, on l'emploierait déjà uni intimement avec elle en proportion fixe, à l'état de cristal solide, comme il l'est dans le tartrate neutre et dans le bitartrate. Tel est l'objet des expériences suivantes.

Je devais à l'obligeance de M. Robiquet une précieuse provision de tartrate potassique neutre, en cristaux remarquables par leur grosseur, leur netteté de formes et leur limpidité. Des épreuves chimiques multipliées, faites par M. Robiquet lui-même, et dont il m'a rendu témoin, ont prouvé qu'ils étaient parfaitement purs de tout autre sel. Je les possédais depuis deux ans, et les tenais en réserve dans un bocal fermé. Leur surface n'offrait point l'aspect humide qu'on voit ordinairement à ce genre de produit: elle était nette et sèche. Ce même caractère s'observait aussi dans d'autres échantillons non moins purs, que j'avais reçus aussi de M. Robiquet à la même époque. Mais j'avais amélioré ceux-ci par une nouvelle cristallisation, après les avoir dissous dans le moins possible d'eau froide, suivie d'un filtrage. Je les avais ensuite laissé égoutter et sécher à l'air dans un entonnoir couvert. Ils ne contenaient pas plus que les autres de carbonate qui se serait formé aux dépens de l'acide carbonique de l'air, en

leur supposant un excès d'alcali. De sorte que la netteté et la sécheresse de leur surface me sembleraient pouvoir s'attribuer, non sans vraisemblance, à ce que l'union de leurs principes serait devenue, avec le temps, graduellement plus intime et plus forte qu'elle ne l'était aux premiers instants de leur formation; soupçon que d'ailleurs je soumets à l'appréciation des chimistes.

J'ai d'abord employé ces derniers échantillons comme les moins précieux. J'en ai formé une solution aqueuse exactement dosée, que j'ai successivement étendue par addition d'eau, et aussi par addition de la même solution potassique qui avait servi aux expériences du tableau n° 1, page 316. Ce reste avait été conservé depuis deux ans dans un flacon bouchant à l'émeri, et qui n'avait pas été ouvert. Avant d'en faire usage, je l'ai dosé par l'acide sulfurique, et j'ai trouvé qu'il contenait dans chaque unité pondérable,

Potasse libre ou carbonatée.....	0,301317
Eau et sels potassiques.....	0,698683

Sa composition était ainsi presque exactement la même que la donnait le dosage primitif rapporté page 307. Elle n'avait pas été sensiblement altérée par la conservation pendant deux années.

Les résultats de ces nouvelles expériences sont rassemblés ici dans le tableau n° 4 de même forme que les précédents. Je n'y joins pas le détail des teintes présentées par les images O, E, dans les divers azimuts, parce que j'aurai occasion d'en rapporter plus loin des exemples plus étendus; je me borne à dire qu'elles ont été conformes à la loi générale de dispersion déjà constatée dans les expériences du tableau n° 3.

TABLEAU N° 4.

Dissolution du tartrate potassique neutre cristallisé, dans l'eau, soit pure, soit mêlée de solution potassique.

DÉSIGNATION du système mixte.	PROPORTION DES TROIS ÉLÉMENTS DU SYSTÈME DANS L'UNITÉ DE POIDS. Proportion de tartrate neutre θ	Proportion de potasse anhydre p	Proportion d'eau e	DENSITÉ apparente du système mixte δ	LONGUEUR du tube d'observation, en millimètres l	TEMPÉRATURE de l'observation en degrés centésimaux t	DÉVIATION observée à travers le verre rouge α	POUVOIR ROTATOIRE spécifique du tartrate conclu $[\alpha]$	DÉVIATION observée à travers le verre vert, celle du verre rouge étant 1 $\frac{\gamma}{\alpha}$	VALEUR de la déviation α observée à travers le verre rouge, exprimée en trentièmes de la déviation du rayon jaune conclue des teintes observées.	NOMBRE des observations desquelles on a conclu la déviation α.	
Σ	0,212116	0,0000	0,787884	1,15567	522	+ 16°,4	+31°,1792	+24°,361	1,4561	22,814	40	
Σ_1	0,086548	0,0000	0,913452	1,06119	521	18	10,8667	22,709	1,4969	23,286	50	C'est la moitié du système Σ étendu d'eau.
Σ_2	0,087048	0,177669	0,735289	1,25099	501,5	18	10,6778	19,154	1,4297	23,554	30	C'est l'autre moitié du système Σ étendu de solution potassique, de manière à opérer la même dilution totale du tartrate.

TABLEAU N° 5.

θ	0,489694	0,0000	0,510306	1,37171	522,5		85,2500	+24,290	1,3969	24,127	40	
Σ	0,265946	0,137676	0,596378	1,36575	511,5	18°,7	32,9583	18,094	1,4584	23,542	40	Déduit de Σ par addition de solution potassique.
Σ_1	0,134074	0,258572	0,607354	1,41242	501,5	19,0	10,4000	10,951	1,4231	24,000	20	Déduit de Σ_1 par addition d'une autre solution potassique.
Σ_1	0,133696	0,069212	0,797092	1,16883	501,5	19,5	16,7889	21,423	1,4856	22,894	30	Déduit de Σ_1 par addition d'eau, de manière à obtenir la même valeur de θ
Σ_2	0,051830	0,346184	0,601986	1,46570	501,5	12,2	0,7722	2,027		22,419	20	Nouveau système formé directement avec le même tartrate
Σ_3	0,026152	0,361665	0,612183		501,5		— 0,4333	*négatif.*	0,4615	21,081	20	Déduit de Σ_2 par addition de solution potassique.

TABLEAU N° 6.

Σ	0,4814458	0,00000	0,5185542	1,36157	528^{mm}	+19°,5	+83°,9	+24°,2404	1,4148	23,971	40	
Σ_1	0,2225017	0,0000	0,7774983	1,15070	528	19,5	30,7056	22,7130	1,4460	23,349	30	Déduit de Σ par addition d'eau.
Σ_2	0,1241825	0,0000	0,8758175	1,08107	523,5	18,0	15,3167	21,7939	1,4733	22,975	30	Déduit de Σ_1 par addition d'eau.
Σ_3	0,0632900	0,0000	0,9367100	1,04060	525	17,0	6,9567	20,1197	1,5285	22,361	50	Déduit de Σ_2 par addition d'eau.
Σ_4	0,0276130	0,00000	0,972387	1,01775	1003	13,?	5,2084	18,4754	1,5585	20,426	60	Déduit de Σ_3 par addition d'eau.
Σ_5	0,2235923	0,2043174	0,572091	1,41813	501,5	19,5	23,2222	14,6033	1,3780	24,023	30	Déduit de Σ par addition de solution potassique.
Σ_6	0,1250377	0,2824091	0,592554	1,43711	501,5	18,2	8,4959	9,4277	1,4261	24,274	40	Déduit de Σ_5 par addition de solution potassique.

On voit déjà par ce tableau n° 4 que la plus grande dilution du tartrate dans l'eau pure, opérée dans Σ_1, a tant soit peu affaibli son pouvoir. Et le même effet a eu lieu d'une manière plus sensible, quand le même degré de dilution finale a été atteint par l'addition de solution potassique. Ceci me montra la nécessité d'étudier séparément ces deux causes de modifications par des épreuves plus étendues, et dans lesquelles la proportion d'eau, primitivement employée, fut aussi petite que possible. Tel est l'objet du tableau n° 5. Les expériences ont été faites avec les mêmes cristaux de tartrate employés ci-dessus. Seulement la seconde expérience seule a été faite avec l'ancienne solution potassique dont j'ai donné tout à l'heure le dosage; et on l'a complétée dans la troisième par la solution potassique employée au tableau n° 3, laquelle a été de nouveau dosée avant de s'en servir, parce qu'on lui avait fait subir dans l'intervalle plusieurs filtrages. On y trouva alors dans l'unité de poids :

Potasse libre ou carbonatée.	0,381486
Eau et sels de potasse.	0,618514

Ces nombres ont été employés pour calculer les proportions du système Σ_3 et Σ_4.

Ce tableau n° 5 confirme tous les résultats du tableau n° 4. Le pouvoir rotatoire du tartrate neutre s'est trouvé constamment affaibli par l'addition de la solution potassique. Mais il a été ensuite relevé dans Σ_3, par l'introduction de l'eau. Il restait donc à voir jusqu'à quel point l'affaiblissement opéré par la potasse pouvait être porté sans amener une précipitation. C'est l'objet des systèmes Σ_4 et Σ_5. Dans ce dernier, la déviation était devenue négative pour tous les rayons.

Enfin, il fallait examiner si la restitution opérée par l'eau pure était absolue, ou représentait seulement un affaiblissement moindre, comme les résultats du tableau n° 4 semblaient l'indiquer. Ce dernier point a été l'objet d'expériences spéciales que je décrirai tout à l'heure. Mais auparavant je crois utile de donner ici le détail des teintes présentées par les images O, E, dans les cinq systèmes mentionnés au tableau n° 5.

1° *Observations du système* Σ. *Tartrate potassique neutre dissous dans l'eau pure.*

A	O	E
0°	bleu un peu verdâtre, vif et intense.	jaune éclatant.
+ 15	bleu commenç. à se violac.	jaune plus pâle, un peu verdâtre.
17	violet commenç. à rougir.	jaune verdâtre.
18	rouge violacé.	jaune verdâtre.
20	rouge très-pourpre, violet.	jaune verdâtre plus pâle.
23	rouge pourpre.	vert jaunâtre.
27,5	rouge très-chaud, mordoré, abondant.	vert d'eau léger.
32	rouge mordoré foncé, et plus abondant.	vert léger.
39	rouge mord. chaud, commençant à s'oranger.	bleu verdâtre léger.
47	rouge orangé, couleur de brique rouge.	bleu verdâtre.
55	orangé très-rougeâtre, ou rouge orange.	bleu léger, à peine verdâtre.
59	orangé rougeâtre.	bleu plus foncé, moins verdâtre.
62	orangé brillant.	bleu clair très-bon.
73	jaune orangé brillant.	bleu très-bon.
83	jaune brillant foncé.	bleu foncé très-bon.
90	jaune brillant.	bleu vif un peu verdâtre.

Déviation observée à travers le verre rouge + 85°,25
— à travers le verre vert. + 119
Azimut de E, violet bleuâtre à l'œil nu .... + 90° + 16 = 106

Dans mon mémoire de 1818, page 104, j'ai donné le tableau des teintes O, E, observées de 10° en 10° à travers une épaisseur de sirop de sucre de canne égale à 151^m, 5. La déviation mesurée à travers le verre rouge était + 84°; ne différant ainsi de celle de notre solution tartro-potassique que de 1°,25. Si donc la dispersion des plans de polarisation de celle-ci rentre dans la loi générale, l'identité si rapprochée de cet élément doit entraîner la similitude des teintes O, E, dans tous les azimuts, du prisme cristallisé. C'est, en effet, ce qui se vérifie parfaitement (1).

2° *Observations du système tartro-potassique* Σ_1.

A	O	E
0°	jaune brillant.	bleu léger, un peu verdâtre?
+ 30	jaune brillant.	bleu plus foncé.
39	jaune plus pâle, mais encore brillant.	indigo très-bon.
41	jaune plus pâle, mais encore brillant.	indigo commençant à se violacer.
42	jaune plus pâle.	violet bleuâtre.
43	jaune plus pâle, un peu verdâtre.	violet rougeâtre.
44	jaune plus pâle, un peu verdâtre.	rouge violacé, très-pourpre.
45	jaune plus pâle, verdâtre.	rouge rose, très-pourpre.
46	jaune plus pâle, verdâtre.	rouge mordoré foncé commenç. à s'orang., mais encore très-bon.

(1) Le verre rouge que j'employais à cette époque, et que je possède encore, était de la même espèce que celui que j'emploie aujourd'hui, mais un peu plus sombre. J'estime qu'il donne des déviations moindres d'environ $\frac{1}{120}$; différence que sa petitesse rend, non pas impossible, mais difficile à fixer par ce genre d'observations; et qui, dans la plupart, devient insensible.

A	O	E
49	jaune plus pâle.	rouge chaud, foncé, abondant, couleur de sang foncée.
53	jaune très-pâle, bleuâtre?	rouge très-chaud, mais déjà orang.
58	jaune très-pâle, un peu bleuâtre.	rouge orangé.
61	jaune pâle, plus bleuâtre.	orangé rougeâtre.
68	bleu blanchâtre.	orangé foncé.
71	blanc plus bleuâtre, ou	jaune orangé.
90	bleu moins blanchâtre. bleu léger.	jaune brillant.

Déviation observée à travers le verre rouge + 32°,9583

— à travers le verre vert. + 48°,067

On trouve dans mon mémoire de 1818, page 109, une série analogue des teintes O, E observées à travers le système de deux corps à rotations contraires. L'un était une certaine épaisseur de sirop de sucre à rotation , l'autre une certaine épaisseur d'essence de térébenthine à rotation . Le passage de E au violet bleuâtre, précédant le violet rougeâtre, se trouvait comme ici dans l'azimut de 42°. Toutes les autres teintes O, E se trouvent pareillement les mêmes dans tous les autres azimuts, comme on peut le vérifier dans le passage cité.

3° *Observations du système tartro-potassique* Σ_1.

A	O	E
0°	jaune très-pâle.	bleu verdâtre.
+ 9	jaune plus pâle.	bleu très-sombre un peu verdâtr.
12	jaune plus pâle.	bleu très-foncé et très-sombre.
13	jaune presque blanc.	violet bleuâtre.

A	O	E
$13\frac{1}{3}$	jaune presque blanc.	violet rougeâtre.
$14\frac{1}{3}$	jaune très-pâle.	rouge mordoré très-chaud, déjà orangé.
16	jaune très-pâle, un peu verdâtre ?	rouge orangé très-chaud, couleur de tuile très-rouge.
19	jaune presque blanc.	rouge orangé.
21	jaune presque blanc, un peu verd. ou bleuâtre.	orangé rougeâtre.
24	jaune presque blanc, un peu verd. ou bleuâtre.	orangé.
31	blanc un peu bleuâtre.	jaune citron brillant.
46	blanc un peu bleuâtre.	jaune pâle.
90	bleu verdâtre.	jaune très-pâle.

Déviation observée à travers le verre rouge. + 10°,4000
— à travers le verre vert. . + 14 ,8000

Cette série de teintes diffère extrêmement peu de celle que j'ai rapportée dans mon mémoire de 1812, page 224, pour une plaque de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, dont l'épaisseur était 0^{mm}, 488, et le sens de rotation . Seulement l'azimut de E violet bleuâtre était alors 11°,75, au lieu que nous le trouvons ici de 13°. Mais, dans ces premiers temps, j'observais les teintes dans une chambre éclairée par la lumière du jour; au lieu que mes observations actuelles se font toujours dans un cabinet parfaitement obscur, ce qui les rend bien plus précises, et permet d'apprécier des nuances que je ne pouvais pas alors distinguer.

4° Observations du système tartro-potassique Σ_3.

A	O	E
0°	jaune très-pâle.	bleu blanchâtre ou bleu léger.
+ 9	jaune plus pâle.	bleu foncé très-bon.
12	jaune plus pâle.	bleu foncé, très-bon et abondant.
13	jaune plus pâle.	bleu foncé, très-bon et abondant.
14	jaune plus pâle.	bleu foncé, très-bon et abondant.
16	jaune plus pâle.	bleu foncé très-bon et abondant.
19	jaune presque blanc.	indigo.
21	jaune presque blanc, un peu verdâtre ?	indigo commençant à se violacer.
22	jaune presque blanc, un peu verdâtre.	violet bleuâtre.
22,5	jaune presque blanc, un peu verdâtre.	violet rougeâtre.
23	jaune presque blanc.	rouge viol. pourp., encore somb.
25	jaune presque blanc.	rouge mordoré, foncé et abond.
26,5	jaune presque blanc.	rouge foncé s'orangeant : couleur de tuile rouge.
30	jaune presque blanc, un peu bleuâtre.	rouge orangé; couleur de brique très-rouge.
32	jaune presque blanc, un peu bleuâtre ?	orangé rougeâtre.
34	jaune presque blanc, un peu bleuâtre ?	orangé.
38	jaune presque blanc, un peu bleuâtre ?	jaune un peu verdâtre.
53	blanc à peine bleuâtre.	jaune clair, un peu verdâtre.
77	bleu léger	jaune pâle.
90	bleu léger.	jaune très-pâle.

Déviation observée à travers le verre rouge + 16,7889
— à travers le verre vert.. + 25,0000

En comparant la déviation du rayon rouge à celle des plaques de cristal de roche perpendiculaires à l'axe, selon le rapport trouvé pour le système Σ, de la page 327, on voit que la série précédente est identique à celle que produirait une pareille plaque ayant $0^{mm},9$ d'épaisseur.

Quant au système Σ_4, où le tartrate était dissous en très-petite proportion dans la solution potassique, il donnait des teintes E si peu développées, que je n'ai pas cru essentiel de les fixer spécialement. Je me suis borné à observer l'azimut où E devenait nul à travers le verre rouge, et à la vue simple. J'ai trouvé ainsi, pour ce système :

Déviation observée à travers le verre rouge. . . . + 0°,77222
Azimut de E nul à la vue simple, fixant la déviation du jaune . . . . . + 1°, 0333

Enfin, pour le dernier système Σ_5, où la proportion de tartrate était encore moindre relativement à celle de la solution potassique, la déviation est devenue négative pour tous les rayons, et j'ai trouvé dans ce système :

Déviation observée à travers le verre rouge. . . . — 0°,4333
— — à travers le verre vert . . . . . — 0°,2
Azimut de E nul à la vue simple, déviation du jaune . . . . . — 0°,61667

L'ordre de dispersion des plans de polarisation se trouvait ainsi, après l'inversion, très-différent de ce qu'il avait été dans tous les cas précédents où la déviation était . Il y aurait sans doute beaucoup d'intérêt à examiner la marche progressive suivant laquelle cet ordre s'altère pour chaque rayon près du terme où l'inversion a lieu. Mais le temps ne m'a pas permis d'entreprendre cette détermination. Au reste, on ne pourrait l'effectuer avec certitude que sur des systèmes où la déviation moyenne absolue, soit vers la droite, soit vers la gauche, serait déjà assez grande pour que les images O, E parussent, à l'œil nu, sensiblement colorées. Or, c'est ce

qui n'avait plus lieu, par exemple, avec le système Σ_5 du tableau précédent. Car la lumière la plus vive n'y faisait apercevoir ainsi aucune coloration sensible des images O, E, dans aucun azimut du prisme cristallisé.

Modifications produites par l'eau pure sur le tartrate potassique neutre et cristallisé.

J'ai consacré à cette épreuve délicate les cristaux les plus beaux et les plus purs que M. Robiquet m'avait donnés et que je conservais avec soin depuis deux ans. J'en ai d'abord fait dissoudre un poids connu dans la moindre quantité d'eau froide nécessaire pour leur solution complète, à la température où j'opérais; et j'ai ensuite accru progressivement cette quantité d'eau jusqu'aux derniers degrés de dilution auxquels il m'a été possible d'observer la déviation dans mes plus longs tubes. Après avoir ainsi constaté l'action optique de tous les systèmes ainsi formés, j'ai repris une portion de celui qui contenait le moins d'eau, et j'y ai ajouté des quantités croissantes de la solution potassique dont j'ai indiqué plus haut le dosage, page 339. J'ai eu ainsi l'effet comparatif produit sur ce même tartrate par l'eau pure et l'eau chargée d'alcali; ce qui réunit dans cette seule épreuve toutes les conditions partiellement présentées par les expériences précédentes. L'ensemble des résultats que j'en ai déduits se trouve ici dans le tableau n° 6, p. 339.

En examinant d'abord les cinq premières lignes de ce tableau, qui expriment les effets du tartrate dissous dans l'eau pure, on voit que le pouvoir rotatoire spécifique de ce sel s'est progressivement affaibli à mesure que la proportion

de l'eau a augmenté. En même temps les plans de polarisation des divers rayons simples ont éprouvé, dans leur mode de dispersion relative, des variations, légères à la vérité, mais pourtant sensibles, surtout par leur continuité régulière, comme le montrent les nombres rapportés dans la dixième et la onzième colonne. Le groupe moléculaire qui constituait le sel solide a donc été ainsi progressivement altéré par l'influence de l'eau, d'autant plus qu'elle s'est trouvée plus abondante; et les trois corps en présence ont formé un groupe moléculaire nouveau, dont la constitution, manifestée par son action sur la lumière, a été différente dans chacun des systèmes observés. Enfin les deux systèmes Σ_5 et Σ_6, où l'action de la potasse a été jointe à celle de l'eau, décèlent des modifications beaucoup plus énergiques opérées dans la solution primitive Σ, ce qui est conforme à toutes nos expériences précédentes. Mais ces deux dernières ont ici l'avantage d'offrir des proportions de tartrate presque identiques avec celles des systèmes Σ_1 et Σ_2, où l'on avait employé l'eau pure, ce qui rend l'influence relative de l'alcali plus manifeste; et aussi les avais-je préparées pour ce but. De tous ces faits, il résulte que, lorsque l'acide tartrique est uni à la potasse dans les proportions qui forment le tartrate neutre, toute addition ultérieure d'eau ou de potasse produit des combinaisons où le pouvoir rotatoire spécifique de l'acide se montre graduellement plus faible. Conséquemment ce pouvoir serait un maximum dans le tartrate neutre solide si l'on pouvait l'y observer. Mais l'état de cristallisation s'y oppose, parce que la forme primitive du tartrate lui donnant la double réfraction à deux axes, avec les conditions de polarisation qui l'accompagnent, ces conditions empêchent la manifestation des pro-

priétés rotatoires, en dominant les effets optiques qui en résulteraient. La même chose arrive dans le sucre de canne à l'état de cristal; et l'on ne peut y faire reparaître les phénomènes rotatoires dans l'état solide qu'en lui ôtant préalablement l'état cristallin par la fusion. Il serait toutefois possible de les observer, même dans cet état, si le cristal n'avait qu'un seul axe, en transmettant les rayons suivant l'axe même; parce que la double réfraction due à la forme primitive serait nulle sur cette direction. C'est ce qu'on réalise avec le cristal de roche. Quoique les phénomènes rotatoires, dans ce cristal, ne soient probablement pas dus à une action moléculaire, mais au seul mode de position des rhomboïdes primitifs, ils y suivent des lois sensiblement pareilles à celles que cette action présente dans la généralité des corps qui l'exercent moléculairement. Ce qui tient peut-être à ce que, dans ceux-ci, l'intérieur des particules renferme des conditions d'apposition semblables, et analogues, pour elles comme pour le cristal, à celles que Fresnel a réalisées si admirablement par la double réflexion intérieure, dans des rhomboïdes de verre croisés, et séparés par une lame mince douée de la double réfraction. Or, quand un rayon polarisé est transmis suivant l'axe du cristal de roche, et y subit les phénomènes de rotation, si l'on incline graduellement cet axe dans le plan de la polarisation primitive, on voit qu'une portion de la lumière transmise y échappe, en quantité d'autant plus abondante, que l'axe est plus incliné, et développe ainsi la double réfraction plus énergiquement; de sorte qu'au delà d'une certaine limite d'inclinaison, les effets dus à l'action rotatoire deviennent insensibles. On conçoit par là comment ils le sont toujours dans les cristaux à deux axes, où la direction de la pola-

risation produite par la structure n'est jamais indéterminée. Et ainsi on ne peut les observer matériellement dans les tartrates solides qui ont tous deux axes. Mais le pouvoir rotatoire des particules ne continue pas moins d'y subsister, quoique non observable; et l'affaiblissement que ce pouvoir éprouve par l'addition de l'eau, quand la fluidité est opérée, montre même que c'est dans l'état de cristal qu'il doit être à son maximum.

J'ai voulu savoir si le grand affaiblissement du pouvoir rotatoire, opéré par l'introduction de la potasse, ne tiendrait pas à une altération permanente qu'éprouverait l'acide sous l'influence d'un excès d'alcali. Pour cela, ayant pris le système Σ_6 dont je connaissais les proportions, j'ai formé une solution d'acide tartrique dosée, dont j'ai introduit, dans ce système, la quantité pondérable exactement nécessaire pour saturer atomiquement l'excès d'alcali. Dans cette opération, que je faisais graduellement, à la température d'environ 18°, avec le témoignage constant d'une balance très-précise, j'ai observé, qu'un peu avant la saturation exacte du système, il se formait un précipité cristallin qui s'accroissait à mesure que l'on complétait l'introduction de l'acide nécessaire pour la neutralité atomique. Ce précipité disparaissait en ajoutant un certain excès de potasse, et se reformait de nouveau quand on restituait les conditions atomiques de la neutralité. Toutefois on pouvait aussi le faire disparaître, même dans ce dernier cas, en chauffant tant soit peu le système mixte; et alors la solution, devenue complétement limpide, se montrait neutre aux papiers réactifs les plus délicats. Comme d'ailleurs ma solution potassique ne contenait pas de chaux en quan-

tité sensible, je dus conclure que le peu de solubilité du bitartrate potassique permettait à une petite portion de ce sel de se former et de se séparer du système mixte par précipitation, même en laissant le liquide ambiant un peu alcalin. Alors, pour avoir la preuve de ce fait, je rendis de nouveau le système complétement fluide en élevant sa température, ce qui le ramena aussi à la neutralité; et je le laissai refroidir avec lenteur. Le dépôt se reforma ainsi, mais en beaux cristaux, qui s'attachèrent aux parois de la fiole; de sorte que j'en pus séparer, par décantation, la partie liquide surnageante. Elle se trouva avoir une réaction alcaline. Les cristaux, au contraire, lavés à l'eau froide qui paraissait très-peu les dissoudre, se montrèrent acides, et offrirent tous les caractères du bitartrate potassique cristallisé. Tel fut le dénoûment de ce petit accident chimique, qui m'avait surpris d'abord. J'ai appris depuis qu'il se présente souvent dans la formation en grand du tartrate potassique neutre ; et c'est probablement là une des causes qui rend si rare de trouver des échantillons de ce sel complétement solubles à froid, dans un poids égal d'eau, à la température de 20°, comme l'étaient ceux que m'avait donnés M. Robiquet. Mais, en comparant ces cristaux avec d'autres que j'ai eu l'occasion d'étudier plus ou moins postérieurement à l'époque de leur formation, je suis porté à croire qu'il s'y opère avec le temps un mouvement intestin, en vertu duquel les portions d'acide et d'alcali, d'abord séparées, se réunissent et finissent par former un système complétement neutre, si toutefois les proportions de l'ensemble sont telles que la neutralité puisse s'opérer. Alors des cristaux ainsi perfectionnés ne devraient plus attirer l'humidité

de l'air aussi fortement que si une portion de leur alcali était libre ; et c'est en effet ce que j'ai remarqué pour les cristaux de M. Robiquet employés aux expériences précédentes, après les avoir conservés pendant deux ans.

J'ai voulu compléter ces études par la détermination du pouvoir rotatoire du bitartrate potassique. Mais ce sel, lorsqu'il est pur, est si peu soluble dans l'eau à la température ordinaire, que j'ai pu seulement constater qu'il dévie les plans de polarisation vers la droite, lorsqu'il est dissous à saturation à la température d'environ 18°. Les bitartrates sodique et ammonique étant beaucoup plus solubles, j'ai pu les observer et déterminer leur pouvoir : il s'exerce aussi vers la droite. Mais je remets l'exposé de ces expériences à un autre mémoire, me proposant de les répéter aux plus hautes températures de l'été, et même avec des températures artificielles, pour augmenter la solubilité de ces sels, afin de découvrir par des épreuves très-précises si la portion de l'acide qui n'est point neutralisée atomiquement par l'alcali, agit sur la lumière comme combinée, ou comme si elle était libre. Je terminerai ce paragraphe en rapportant les séries détaillées des teintes O É, présentées par les sept systèmes du tableau n° 6. Ces observations, réunies à celles que j'ai déjà rapportées dans ce mémoire et dans les précédents, composeront un ensemble d'expériences, et de mesures des phénomènes rotatoires, considérés à des degrés d'intensités très-divers ; ce qui fournira des comparaisons utiles aux personnes qui voudront les étudier ou les appliquer.

Observations du système tartro-potassique neutre Σ, tabl. n° 6.

A	O	E
0°	bleu foncé très-beau.	jaune brillant, très-beau.
+ 13	bleu commençant à se violacer.	jaune plus pâle, moins vif.
15	violet bleuâtre.	jaune plus pâle, un peu verdât. (1).
16	violet rougeâtre.	jaune pâle verdâtre
17,5	violet très-rougeâtre.	jaune verdâtre.
20	rouge rose très-pourpre.	jaune verdâtre.
23	rouge plus chaud, encore pourp., mais très-abond.	vert jaunâtre pâle.
26	rouge de sang, encore pourp., beau et abond.	vert d'eau, vert clair.
33	rouge encore pourpre et foncé.	vert bleuâtre.
41	rouge chaud, s'orangeant, coul. de tuile tr.-rouge.	bleu léger, encore un peu verdât.
46	rouge orangé.	bleu léger.
53	orangé rougeâtre.	bleu plus foncé, ou plutôt moins léger.
64	orangé.	bleu très-bon.
75	jaune orangé.	bleu plus foncé.
80	jaune.	bleu plus foncé.
85	jaune toujours très-beau, mais plus clair.	bleu plus foncé.
90	jaune très-beau.	bleu plus foncé et plus abondant.

Déviation observée à travers le verre rouge. . + 83°,900
— à travers le verre vert . . . 118°,700
Azimut de E violet bleuâtre..... 90° + 15° = 105

(1) Je rappellerai, à propos de cette teinte, une remarque bien propre à montrer la constance de ces phénomènes, et la réalité de leurs rapports avec une loi de dispersion sensiblement réciproque aux carrés des longueurs des accès. C'est que, dans une telle loi, la teinte O correspondante à E violet bleuâtre est nécessairement un jaune verdâtre, comme nous l'observons ici, et comme on le retrouve également dans tous les cas pareils. Cela est établi d'abord expérimentalement, dans mon mémoire de 1812, p. 230 et 231, pour des plaques de cristal de roche ayant 5^{mm} et 6^{mm} d'épaisseur. Mais j'ai ensuite démontré cette propriété dans un mémoire in-

Observations du système tartro-potassique neutre Σ_1, tabl. n° 6.

A.	O	E
0°	jaune un peu verdâtre.	bleu léger.
+ 22	jaune citron plus pâle.	bleu plus foncé.
34	jaune citron plus pâle, encore très-bon.	indigo foncé et abondant.
37,5	jaune citron pâle.	bleu commençant à se violacer.
39	jaune verdâtre.	violet bleuâtre.
40	jaune verdâtre.	violet déjà rougeâtre.
40,5	jaune verdâtre.	violet rougeâtre.
42	jaune verdâtre un peu plus pâle.	rouge violacé, très-pourpre.
44	jaune verdâtre plus pâle.	rouge rose, encore bleuâtre.
49	blanc verdâtre.	rouge déjà s'orangeant : couleur de tuile rouge.
54	blanc verd. ou bleuâtre.	rouge orangé.
56	blanc bleuâtre.	orangé rougeâtre.
59	blanc bleuâtre.	orangé.
64,5	blanc bleuâtre.	jaune très-bon, un peu orangé.
80	blanc plus bleuâtre.	jaune brillant plus clair.
90	bleu léger.	jaune un peu verdâtre.

Déviation observée à travers le verre rouge + 30°,7056
— à travers le verre vert. . 44 ,4000

séré au tome XIII des volumes de l'Académie, où les résultats en sont réduits en tableau, p. 105. On y voit, entre autres détails, que ce jaune verdâtre de O pâlit à mesure que la déviation absolue est moindre, de manière à devenir tout à fait insensible dans les déviations très-faibles. Mais, dans toutes ces variations, la teinte E violet bleuâtre répond toujours à la déviation du jaune moyen simple, ce qui permet, au besoin, d'en substituer l'observation à celle du rayon transmis par le verre rouge, qui est loin d'être toujours aussi facile. Le rapport de celle-ci à l'azimut de E violet bleuâtre est, dans cette loi de dispersion, sensiblement égal à $\frac{23}{30}$, résultat en effet constamment confirmé par toutes les comparaisons expérimentales de ces deux déviations, comme on peut le voir dans les exemples que j'ai rapportés et dans ceux que je donnerai par la suite.

Observations du système tartro-potassique neutre Σ_2, tabl. n° 6.

A	O	E
0°	jaune pâle.	bleu léger, mais bon de teinte.
+ 11	jaune plus pâle, mais encore bien coloré.	bleu foncé très-beau, intense et abondant.
16	jaune plus pâle.	indigo foncé et abondant.
19	jaune plus pâle.	bleu commençant à se violacer.
20	jaune très-pâle.	violet bleuâtre.
20,5	jaune presque blanc.	violet rougeâtre.
21	jaune presque blanc.	rouge très-violacé.
21,5	jaune presque blanc, un peu verdâtre.	rouge rose très-pourpre.
22 $\frac{1}{3}$	jaune presque blanc, un peu verdâtre.	rouge moins pourpre, mordoré, abondant.
25	blanc un peu verdâtre.	rouge s'orang., coul. de tuile roug.
27	blanc un peu verdâtre.	rouge orangé.
30	blanc un peu bleuâtre.	orangé un peu rougeâtre.
34	blanc un peu bleuâtre.	jaune orangé.
37	blanc plus bleuâtre.	jaune plus clair, un peu verdâtre.
47	blanc plus bleuâtre.	jaune citron verdâtre, vif.
59	blanc plus bleuâtre.	jaune citron plus pâle.
79	bleu blanchâtre.	jaune plus pâle.
90	bleu léger.	jaune pâle.

Déviation observée à travers le verre rouge + 15°,3167
— à travers le verre vert. 22,5667

Observations du système tartro-potassique neutre Σ_3, tabl. n° 6.

A	O	E
0°	blanc sensiblement.	bleu léger, assez bon de teinte.
+ 6	blanc sensiblement.	bleu plus foncé, bon et abondant.
$9\frac{1}{3}$	blanc sensiblement.	violet bleuâtre presque nul, minimum d'intensité.
11,5	blanc sensiblement.	rouge jaunâtre, ou déjà s'orang.
16,5	blanc sensiblement.	jaune pâle, un peu verdâtre?
31	blanc sensiblement.	jaune très-pâle, mais certainement verdâtre.
53	blanc à peine bleuâtre.	blanc à peine jaunâtre.
90	bleu léger.	blanc sensiblement.

Déviation observée à travers le verre rouge + 6°,95667
— à travers le verre vert.. + 10 ,63333

Observations du système tartro-potassique neutre Σ_4, tabl. n° 6.

Longueur du tube 1003^{mm} (1).

A	O	E
0°	blanc sensiblement.	bleu léger, mais bon de teinte.
+ 6°,317	blanc sensiblement.	bleu foncé intense.
7 ,650	blanc sensiblement.	violet bleuâtre presque nul, minimum d'intensité.
8 ,817	blanc sensiblement.	violet roug., un peu plus abond.
9 ,650	blanc sensiblement.	rouge très-pourpre.
10 ,483	blanc sensiblement.	rouge pourpre, déjà s'orangeant.
13 ,817	blanc sensiblement.	jaune sale un peu rougeâtre.
23 ,817	blanc sensiblement.	jaune verdâtre pâle.
67 ,500	blanc un peu bleuâtre.	blanc à peine jaunâtre.
90	bleu léger, mais bon de teinte.	blanc sensiblement.

Déviation observée à travers le verre rouge + 5°,2084
— à travers le verre vert.. + 8 ,1167

(1) Le zéro de la division circulaire ne coïncidait pas exactement avec la direction de la polarisation primitive. Cette direction a été déterminée par la moyenne

de 20 observations de disparition et de réapparition de l'image E, avant que le tube fût interposé. Elle s'est trouvée répondre sur le limbe à + 0°,1833 vers la droite. Il a donc fallu soustraire cette constante de tous les arcs correspondants, sur le même limbe, aux diverses déviations observées dans le même sens . De là ont résulté les nombres rapportés dans la première colonne du tableau.

Observations du système tartro-potassique Σ_5, tabl. n° 6.

Longueur du tube 501^{mm},5.

A	O	E
0°	jaune pâle.	bleu un peu blanchâtre.
+ 21	jaune plus pâle.	indigo foncé très-bon.
28	jaune plus pâle.	bleu peu abondant, commençant à se violacer.
29	jaune un peu verdâtre.	violet bleuâtre très-pâle et somb.
30	jaune plus pâle et toujours verdâtre.	violet rougeâtre.
31	jaune très-pâle.	rouge rose pourpre.
33	jaune très-pâle.	rouge moins pourpre.
35	jaune à peine coloré.	rouge déjà s'orangeant. Couleur de tuile très-rouge.
38	jaune presque blanc.	rouge sensiblement orangé.
42	blanc bleuâtre ou verd.?	rouge orangé.
44	blanc bleuâtre ou verd.?	orangé rougeâtre.
48	blanc à peine bleuâtre.	jaune orangé un peu rougeâtre.
57	blanc bleuâtre.	jaune citron un peu verdâtre.
70	blanc plus bleuâtre.	jaune plus pâle, un peu verdâtre.
80	blanc plus bleuâtre.	jaune plus pâle, verdâtre.
90	bleu un peu blanchâtre.	jaune pâle.

Déviation observée à travers le verre rouge + 23°,2222

— à travers le verre vert.. + 32°,0000

Observations du système tartro-potassique Σ_6, tabl. n° 6.

A	O	E
0°	blanc sensiblement.	bleu léger, un peu verdâtre?
+ 8	blanc sensiblement.	bleu foncé très-beau, un peu verdâtre?
10	blanc sensiblement.	bleu commence à se violacer.
11	blanc sensiblement.	violet rougeâtre.
12	blanc sensiblement.	rouge pourpre.
13,5	blanc sensiblement.	rouge orangé.
15,5	blanc un peu verdâtre?	orangé rougeâtre.
17	blanc un peu bleuâtre?	jaune sale un peu rougeâtre.
20	blanc un peu bleuâtre?	jaune citron, un peu verdâtre.
26	blanc un peu bleuâtre?	jaune un peu verdâtre.
29	blanc un peu bleuâtre?	jaune verdâtre plus pâle.
54	blanc à peine bleuâtre.	blanc à peine jaunâtre.
90	bleu léger.	blanc sensiblement.

Déviation observée à travers le verre rouge + 8°,4959
— à travers le verre vert.. + 12 ,1167

Nota. L'azimut de E violet bleuâtre n'ayant pas été observé, pour cette série, on a supposé, dans le tabl. n° 6, qu'il pouvait être considéré comme la moyenne des deux azimuts 10° et 11°, entre lesquels la teinte E violet bleuâtre est certainement comprise.

Examen des systèmes fluides ternaires formés avec l'acide tartrique, la soude et l'eau.

J'ai fait sur ces systèmes des expériences moins nombreuses que sur les systèmes tartro-potassiques. Mais elles conduisent à des conséquences de mécanique chimique exactement pareilles; et elles suffisent pour constater que ce genre de combinaisons ne s'opère pas non plus par intermittences, dans l'état de fluidité.

Ici, comme pour les systèmes tartro-potassiques, j'ai commencé par dissoudre l'acide tartrique cristallisé dans des solutions aqueuses de soude, où la proportion de cet alcali était graduellement croissante. Les résultats de ces premières expériences sont rassemblés dans le tableau n° 7, de même forme que le tableau n° 1, page 316. Seulement on a omis de déterminer la proportion de soude caustique qui était contenue dans la soude hydratée solide employée pour former les solutions; ou peut-être les résultats de ce dosage ont été perdus; de sorte que le tableau relate seulement les proportions d'eau et de soude solide contenues dans chaque système. Ceci, au reste, ne gêne en rien la conséquence principale que les expériences sont destinées à établir, la connaissance de ces proportions n'y étant point nécessaire, comme je l'ai fait remarquer page 308; et la preuve s'en trouvera ainsi donnée par le fait même. Je trouve toutefois dans mes notes un document qui peut suppléer à cette omission. Car il porte qu'ayant formé une solution aqueuse de la même soude solide, où sa proportion pondérable était 0,29838, et celle de l'eau 0,70162, la pesanteur spécifique de cette solution s'est trouvée être 1,23838 à la température de 23°. Ce qui, d'après les tables de Dalton, rapportées par Berzelius, y marquerait une proportion de soude caustique égale à 0,16419. Et par suite, la soude hydratée solide employée contiendrait de cette soude caustique une proportion égale à 0,55, ce qui répond à un peu plus de trois atomes d'eau combinés avec un atome de soude. Du reste, on s'était assuré que cet hydrate était très-pur, et ne contenait pas de sels insolubles. Chauffé dans un creuset d'argent, il perdait 0,14 de son poids. Comme la solution aqueuse qu'on en forma pour les expériences, était presque identique avec celle dont je viens de donner la pe-

santeur spécifique, on voit qu'elle était peu chargée de soude caustique. Aussi fallut-il l'employer en assez grande proportion pour empêcher le bitartrate de se former; ce qui, vu son peu de richesse, apporta en même temps une proportion d'eau considérable. Mais on remédia à cet inconvénient par une nouvelle addition de soude solide, ce qui rendit l'influence de l'alcali sur le pouvoir rotatoire plus énergique et plus évidente. Toutes les particularités du tableau n° 7 se comprendront aisément après ces détails.

En comparant la première expérience aux deux qui la suivent, on voit qu'ici, comme dans les systèmes tartro-potassiques, l'accroissement de la proportion d'alcali affaiblit progressivement le pouvoir rotatoire de l'acide. D'autres expériences, que je rapporterai plus loin, prouveront aussi que ce pouvoir est, au contraire, augmenté par l'addition de l'eau dans ces mêmes systèmes où l'alcali est en excès. La conséquence qui ressort de ces faits est donc pareille à celle que nous avons déduite pour les systèmes tartro-potassiques, pages 312 et 314. C'est-à-dire qu'ici, comme alors, il ne se forme pas une combinaison quelconque en proportion fixe, ni un mélange quelconque de pareilles combinaisons, mais une succession de combinaisons, dont le groupe moléculaire varie sans cesse et continûment, à mesure que les proportions du système changent.

L'analyse du tartrate sodique neutre, cristallisé, lui assigne la composition suivante :

1 atome d'acide tartrique cristallisé.	943,19
1 atome de soude.	390,90
1 atome d'eau.	112,48
Somme égale à 1 at. de tartr. sodique neutre. .	1456,57

Ce qui peut encore se mettre sous cette forme :

1 atome d'acide tartrique cristallisé.	943,19
1 atome de soude hydratée	503,38
Somme égale à 1 at. de tartr. sodique neutre.	1446,57

Considérons maintenant la première expérience du tableau n° 7, où la proportion de soude employée a été la plus petite, et dans laquelle, par conséquent, la combinaison formée a dû approcher le plus du tartrate neutre. Si ce tartrate s'était formé, la proportion d'acide cristallisé, qui était 0,17047, aurait absorbé une proportion de soude hydratée égale à $0,17047 \cdot \frac{503,38}{943,19}$ ou 0, 09098, laquelle, s'ajoutant à l'acide, aurait composé une proportion de tartrate neutre égale à 0,17047 + 0,09098 = 0,26145. Conséquemment, pour déduire de l'expérience le pouvoir rotatoire spécifique de ce tartrate, il faut réduire le pouvoir 35°,662 attribué à l'acide, dans le rapport des masses supposées agissantes, ce qui lui donne pour valeur $35°,662 \cdot \frac{0,17047}{0,26145}$ ou 23°,2523. Or, une expérience directe faite sur le tartrate sodique cristallisé, dans les mêmes conditions de température, m'a donné son pouvoir rotatoire spécifique égal à 21°,3000. Ce résultat est sensiblement plus faible que le précédent, au lieu qu'il semblerait devoir être plus fort, puisque l'excès de soude existant dans le système Σ du tableau n° 7, a dû, quelque faible qu'on le suppose, affaiblir le pouvoir rotatoire apparent de l'acide, et conséquemment donner une valeur, pareillement trop faible, pour le pouvoir rotatoire du tartrate neutre conclu. Mais deux causes peuvent produire cette différence : la première, c'est que le tartrate cristallisé observé a pu contenir une proportion d'eau

étrangère plus ou moins notable, dont il aurait fallu le dépouiller par la dessiccation, ce que je n'ai pas songé à faire dans ces expériences encore si nouvelles ; ce qui explique vraisemblablement pourquoi je l'ai trouvé à peine modifié par des degrés considérables de dilution, comme on le verra dans ce qui va suivre. La seconde cause, c'est que le tartrate sodique peut bien avoir contenu quelque petite proportion de bitartrate dont il doit être assez difficile de le dépouiller, ce dernier sel étant beaucoup plus soluble que le bitartrate potassique. L'exclusion de ces deux éléments de discordance ferait l'objet de recherches intéressantes, mais qui appartiennent spécialement aux chimistes, et que je n'ai eu ni le temps ni les moyens d'effectuer (1).

Voici maintenant des expériences où j'ai cherché à porter aussi loin que possible l'influence de la soude en excès pour affaiblir le pouvoir rotatoire de l'acide tartrique mis en sa présence. Les résultats en sont rassemblés dans le tableau n° 8.

J'ai pris de la soude solide à l'alcool; et en ayant renfermé

---

(1) Il n'est pas sans intérêt de remarquer que les nombres trouvés ici pour le pouvoir rotatoire du tartrate sodique seraient complétement d'accord, si l'on supposait que le sel, tel qu'on l'a observé, contenait un atome d'eau hygrométrique, dont on aurait pu le dépouiller par la dessiccation sans l'altérer. En effet, dans ce cas, l'expression atomique de la soude et de l'eau qui se joignent à l'acide cristallisé n'est plus 503,38, mais 615,86; et par suite la proportion de ce mélange, qui se joint à 0,17047 d'acide cristallisé, devient $\frac{0.17047 \cdot 61586}{94319}$ ou 0,111309; d'où résulte 0,281779 pour la proportion de tartrate humide correspondante. Alors le pouvoir calculé de ce tartrate devient $35°,662 \cdot \frac{0.17047}{0.281779}$ ou 21°,574; ce qui ne diffère plus sensiblement de l'observation faite sur le tartrate cristallisé, dans les mêmes conditions de température.

un poids connu dans une fiole pesée bouchant à l'émeri, j'y ai ajouté graduellement la quantité d'eau nécessaire pour la liquéfier, avec l'assistance d'une douce chaleur, produite par la flamme d'une veilleuse, sur laquelle la fiole était placée. La solution ainsi effectuée, et se maintenant liquide après le refroidissement, je la pesai avec la fiole; puis, retranchant le poids de celle-ci, plus le poids de la soude, j'obtins le poids de l'eau introduite. Le résultat donna les proportions suivantes en grammes :

Soude solide	80^{s}, 095
Eau	159, 705
Somme.	239, 800

Comme la solution paraissait légèrement troublée par quelques petites impuretés, on la filtra, en ayant soin de mettre de côté les premières portions passées à travers le filtre, lesquelles se colorent presque toujours par les matières qu'elles lui enlèvent. On en fit ensuite un dosage exact, qui lui assigna les conditions pondérables suivantes :

Soude anhydre.	0,28781
Eau.	0,71219

De là on peut déduire la proportion de soude primitivement contenue dans ma soude hydratée solide; car elle est évidemment égale à $0{,}28781 \frac{239{,}800}{80{,}095}$ ou 0,86168. Or, cela répond presque exactement à la combinaison d'un atome de soude avec $\frac{1}{4}$ atome d'eau; car, d'après les poids atomiques, on aurait ainsi :

	Poids atom.	Proport. pondér.
1 atome de soude	390,92	0,874
$\frac{1}{4}$ atome d'eau	56,24	0,126
Somme égale à 1 atome du système.	447,16	

D'où l'on voit que, pour obtenir une complète concordance, il suffirait que ma soude solide, conservée depuis plus de deux ans dans un flacon bouchant à l'émeri, eût absorbé dans les transvasements, et pendant cet intervalle, une petite quantité d'humidité correspondante à 0,052, ce qui n'a rien que de très-possible.

La solution sodique ainsi formée était très-dense. J'en ai pris un poids connu, et j'y ai introduit un poids pareillement mesuré de tartrate sodique neutre pour l'y faire dissoudre, en aidant l'opération par la chaleur de la flamme d'une veilleuse, comme précédemment. Mais il a fallu, pour la rendre complète, ajouter une petite quantité d'eau, ce qui m'a donné définitivement les conditions suivantes :

Tartrate sodique cristallisé. . . .	36^{g},750
Solution sodique.	189 ,345
Eau ajoutée.	50 ,720
Poids total du système tartro-sodique Σ. .	276 ,815

Le système ainsi composé avait l'apparence d'un liquide limpide presque gommeux; et il conservait cet état à la température ambiante, qui était de 12°. Mais il s'y était formé un très-petit dépôt blanc, semblable à un magma qui adhérait au fond de la fiole, et que l'action même prolongée de la chaleur de la veilleuse ne faisait pas dissoudre. Je décantai la

partie limpide, dont la pesanteur spécifique se trouva être 1,37036; et j'essayai de laver le dépôt pour en apprécier le poids, après l'avoir lavé pour l'isoler complétement. Mais je n'y réussis point, parce qu'il se dissolvait dans le lavage. Je me bornai donc à observer la rotation de la partie limpide, qui se trouva être passée à gauche sous l'influence de la grande quantité de soude qui était en excès dans le système. Voici les résultats :

Observations du système tartro-sodique Σ. Densité 1,37036. Long. du tube 501^{mm},5. Temp. de l'obs. 12°.

A	O	E
— 0°	blanc sensiblement.	bleu léger.
— 3	blanc sensiblement.	bleu un peu violacé, très-faible en intensité.
— 4	blanc total.	sensiblement nul.
— 4½	blanc sensiblement.	violet déjà très-sensiblement rougeâtre.
— 5	blanc sensiblement.	violet plus rougeâtre.
— 6,5	blanc sensiblement.	rouge, déjà s'orangeant.
— 11	blanc sensiblement.	jaune rougeâtre sale.
— 33	blanc sensiblement.	jaune pâle, un peu verdâtre.
— 59	blanc à peine bleuâtre.	blanc à peine jaunâtre.
— 90	bleu léger.	blanc sensiblement.

Déviation observée à travers le verre rouge.. — 2°,675 : par 40 obs.
— à travers le verre vert.... — 4 ,700

Rapport de la déviation à travers le verre vert, à la déviation à travers le verre rouge..... — 1,757

Rapport de la déviation du rouge à celle du jaune, conclue de l'azimut où E est nul..... $\frac{20,0625}{30}$

Si l'on compare ces rapports entre les déviations des rayons rouges, jaunes et verts, avec leurs analogues dans le système Σ_5 du tableau n° 5, où un grand excès de potasse avait pareillement interverti le sens général de la rotation, une dissemblance totale s'y manifeste; et au contraire ceux que nous venons de rapporter ici, se rapprochent beaucoup des valeurs trouvées pour les systèmes Σ_3 et Σ_4 du tableau n° 6, où le tartrate potassique neutre était seulement dissous dans une très-grande proportion d'eau; et l'analogie se soutient parfaitement dans toute la succession des teintes O, E, sauf l'inégalité absolue des déviations. Il n'est pas inutile de remarquer cette différence entre la manière dont les deux alcalis se comportent avec l'acide tartrique, quand on les emploie à très-grandes doses; et peut-être y aurait-il de l'intérêt à essayer de lui donner plus de développement.

J'ai voulu savoir si la rotation du système tartro-sodique Σ, après avoir passé ainsi à gauche, pourrait être ramenée à droite par une addition d'eau. Pour cela, je l'ai étendu d'eau dans les proportions pondérables suivantes :

Système tartro-sodique Σ, page 363. .	$139^{g},290$
Eau.	63,310
Somme ou poids du syst. tartro-sodique Σ_1 =	202,600

La rotation se trouva en effet ramenée à droite, comme le montre le tableau suivant :

Observations du système tartro-sodique Σ_1.
Longueur du tube 501^{mm},5. Température 9°,5.

A	O	E
0°	blanc sensiblement.	bleu léger.
+ 5	blanc sensiblement.	bleu foncé sombre.
6	blanc sensiblement.	bleu violacé très-sombre.
$6\frac{1}{3}$	blanc sensiblement.	sensiblement nul.
$6\frac{1}{3}$	blanc sensiblement.	violet un peu rougeâtre, couleur de pensée.
8	blanc sensiblement.	rouge jaunâtre.
$15\frac{2}{3}$	blanc sensiblement.	rouge jaunâtre sale.
31	blanc un peu bleuâtre.	blanc un peu verdâtre.
90	bleu léger.	blanc sensiblement.

Déviation observée à travers le verre rouge..... + 4°8444
— à travers le verre vert..... + 6 ,5667

Rapport de la déviation à travers le verre vert à la déviation à travers le verre rouge..... 1,3555

Rapport de la déviation du rouge à celle du jaune, conclue de l'azimut où E est nul..... $\frac{22,947}{30}$

On voit qu'en revenant à droite, la rotation est accompagnée d'une dispersion qui se rapproche beaucoup de la loi générale réciproque au carré des accès, quoiqu'elle en soit encore sensiblement différente ; et le pouvoir rotatoire spécifique du tartrate neutre, dans ce second système, où le milieu ambiant est chargé de soude, se trouve aussi beaucoup moindre que si ce tartrate était dissous dans l'eau pure, ainsi que le prouvent les nombres rapportés dans le tableau n° 8, où ces résultats sont rassemblés. Ceci devient plus évident encore par

le tableau n° 9, qui présente les valeurs obtenues pour ce même tartrate dissous dans l'eau en diverses proportions. Ces dernières expériences ont été faites sans sécher le sel, ainsi que je l'ai annoncé ci-dessus; et c'est vraisemblablement pour cela que l'addition plus ou moins abondante de l'eau qu'on a mise en sa présence, a eu si peu d'influence sur son pouvoir. En outre, à la température où j'ai opéré, la solution aqueuse du sel n'a été complète qu'en employant des proportions d'eau plus fortes qu'on ne le suppose généralement; ce qui me fait croire qu'il y avait peut-être une proportion sensible de bitartrate sodique, mêlé au tartrate. Du reste, je vais rapporter la série des teintes observées dans les divers azimuts, sous la même forme que précédemment.

Observations du système tartro-sodique neutre Σ.

tabl. n° 9. Longueur du tube 523^{mm}.

A	O	E
0°	jaune pâle verdâtre.	bleu léger.
+ 28	jaune plus pâle.	bleu très-beau et abondant.
35	jaune plus pâle.	indigo très-beau et abondant.
38	jaune encore plus pâle, presque blanc.	bleu indigo, commence à se viol.
40	blanc teint de jaune verd.	violet bleuâtre.
40,5	blanc teint de jaune verd.	violet rougeâtre.
42	blanc teint de jaune verd.	rouge rose très-pourpre.
45,5	blanc teint de jaune verd.	rouge mord., encore très-pourp.
48,5	blanc verd. ou bleuâtre?	rouge déjà s'orangeant.
50	blanc verd. ou bleuâtre?	rouge orangé.
53,5	blanc un peu bleuâtre.	orangé rougeâtre.
54	blanc un peu bleuâtre.	orangé.
61,5	blanc plus bleuâtre.	jaune citron verd. brill. et foncé.
69	blanc plus bleuâtre.	jaune verdâtre moins foncé.
90	bleu léger.	jaune plus pâle verdâtre.

Déviation observée à travers le verre rouge.. + 30°, 25
— à travers le verre vert.... + 43 ,433

Observations du système tartro-sodique neutre Σ_1.
tabl. n° 9. Longueur du tube 524^{mm}.

A	O	E
0°	blanc à peine jaunâtre.	bleu léger.
+ 12	blanc moins jaunâtre.	bleu foncé très-bon.
17	blanc jaunâtre plus pâle.	bleu foncé commenç. à se violac.
18,83	blanc à peine jaunâtre.	violet bleuâtre.
19	blanc à peine jaunâtre.	violet rougeâtre.
20	blanc à peine jaunâtre.	rouge violacé pourpre.
21	blanc sensiblement.	rouge encore pourp. plus abond.
22,17	blanc soupçonné de verd.	rouge mordoré, déjà s'orangeant.
24	blanc soupçonné de verd.	rouge plus orangé, couleur de brique rouge.
27	blanc un peu bleuâtre.	orangé.
32	blanc un peu plus bleuât.	jaune citron verdâtre, brillant.
43	blanc un peu plus bleuât.	jaune verdâtre moins vif, encore très-bon.
68	blanc notablement bleuât.	blanc encore jaunâtre.
90	bleu léger.	blanc à peine jaunâtre.

Déviation observée à travers le verre rouge... + 14°,1278
— à travers le verre vert.... + 21 ,0333

Observations du système tartro-potassique Σ_2.
tabl. n° 9. Longueur du tube 1003^{mm}.

A	O	E
0°	blanc à peine jaunâtre.	bleu léger.
+ 10	blanc sensiblement.	bleu indigo foncé, abondant.
11,817	blanc sensiblement.	bleu moins abondant, commence à se violacer.
13,817	blanc sensiblement.	violet bleuâtre.
14,817	blanc sensiblement.	violet rougeâtre.

A	O	E
15,317	blanc sensiblement.	rouge pourpre, bleuâtre.
16,317	blanc sensiblement.	rouge mordoré, déjà s'orangeant.
18,317	blanc sensiblement.	rouge orangé.
20,317	blanc sensiblement.	orangé rougeâtre.
23,317	blanc sensiblement.	jaune sale, un peu rougeâtre.
27,817	blanc sensiblement.	jaune citron verdâtre, beau et abondant.
36,317	blanc sensiblement.	jaune verdâtre plus clair, mais encore beau.
61,317	blanc à peine bleuâtre.	blanc un peu jaunâtre.
90	bleu léger.	blanc à peine jaunâtre.

Déviation observée à travers le verre rouge..... + 10°,3334
— à travers le verre vert..... + 14,9167

On voit combien ces séries de teintes se rapprochent de la loi de dispersion générale réciproque au carré des accès.

Examen des systèmes fluides ternaires, formés par l'acide tartrique, l'ammoniaque et l'eau.

Ces expériences que je vais décrire ont été faites en dissolvant le tartrate ammonique neutre et cristallisé dans l'eau pure, et dans l'eau chargée d'ammoniaque. La quantité d'alcali contenue dans cette dernière a été dosée par l'acide sulfurique, en prenant beaucoup de soins pour prévenir la volatilisation de l'alcali. J'ai trouvé ainsi que l'ammoniaque liquide dont je faisais usage était composée en poids comme il suit :

Ammoniaque anhydre. 0,242652
Eau. 0,757348

Ces proportions sont confirmées par la pesanteur spécifique de la liqueur ainsi dosée. Car je l'ai trouvée de 0,91096

à la température de 22°,2 ; et, avec ce nombre, les tables de M. Berzelius indiquent une proportion d'ammoniaque anhydre égale à 0,2372, laquelle est seulement de 0,005 moindre que le dosage ne me l'a donnée. Toutefois, j'ai cru devoir employer les résultats de cette opération comme étant plus directs; et je m'en suis servi pour calculer les proportions d'alcali introduites dans les systèmes observés. Elles sont ainsi indiquées dans le tableau n° II.

Mais trouvant ainsi que l'addition de l'eau et de l'ammoniaque liquide n'avait qu'une influence très-faible sur le pouvoir rotatoire du tartrate neutre, je me suis borné à prendre pour point de comparaison, le système qui contenait la moindre quantité d'eau; et, d'après la déviation produite par ce système, j'ai calculé celles que les autres systèmes auraient dû produire par le seul effet de la dilution qu'il éprouvait. Puis, j'ai placé à côté la déviation réelle que j'y avais observée effectivement; ce qui mettait plus en évidence les effets de la modification qu'il s'agissait de constater. Pour cela, nommant α, la déviation opérée par le premier système dans un tube de la longueur l, avec la densité δ, j'ai déterminé la proportion pondérable ε_1, pour laquelle il entrait dans le système suivant; et supposant celui-ci observé dans un tube de la longueur l_1, avec la densité δ_1, j'ai calculé la déviation α_1, qu'il devait produire, en me servant de la formule

$$\alpha_1 = \alpha \frac{l_1 \varepsilon_1 \delta_1}{l \delta}$$

laquelle a été démontrée, page 279, pour les cas où, comme ici, un liquide actif, d'abord observé pur, est supposé se répandre dans un milieu inactif, sans en être modifié.

Avant d'exposer les résultats ainsi obtenus, je rapporterai

une expérience que j'avais faite antérieurement sur le pouvoir rotatoire absolu du tartrate ammonique cristallisé dissous dans l'eau pure. Ce sel était très-pur, et m'avait été donné par M. Frémy. Je l'avais observé dans deux états de dilution; et, pour le second seulement j'avais observé la déviation avec le verre rouge. Mais je l'ai conclue, pour le premier, de la déviation observée pour le violet bleuâtre, en la réduisant dans la proportion de $\frac{23}{30}$, conformément à la loi de dispersion générale qui se trouve ici très-sensiblement observée. Les détails de ces deux expériences sont rapportés dans le tableau n° 10. On y voit que le pouvoir rotatoire spécifique du tartrate ammonique est plus fort que celui des deux autres tartrates alcalins.

Le tableau n° 11 contient les détails des expériences faites également sur le tartrate ammonique neutre dissous dans l'eau pure, ou chargée d'ammoniaque liquide. On y voit encore que l'addition de l'eau pure modifie à peine son pouvoir rotatoire; ce qui est d'accord avec les résultats du tableau n° 10. Mais on y reconnaît que l'addition de l'ammoniaque liquide l'affaiblit d'une manière sensible, ce qui est conforme au mode d'action exercé sur les autres tartrates neutres par l'excès de l'alcali dont ils sont formés. Tous ces systèmes suivent d'ailleurs une loi de dispersion sensiblement d'accord avec la raison réciproque du carré des accès, comme le prouvent les rapports numériques exprimés dans la dernière colonne du tableau; et cela est également confirmé par la succession des teintes O, E, que l'on y observe dans les divers azimuts du prisme cristallisé; teintes que je vais consigner ici séparément pour chacun d'eux.

Observations du système tartro-ammonique neutre Σ, tabl. n° 10. Longueur du tube 514^{mm}.

A	O	E
0°	jaune orangé.	bleu de ciel pâle.
	Entre ces deux azimuts, la dégradation des teintes O E est continûment progressive.	
+ 28,5	jaune blanchâtre.	bleu très-bon.
36,5	jaune presque blanc.	bleu indigo très-bon.
40,5	blanc à peine jaunâtre.	violet bleuâtre.
43	blanc sensiblement.	violet rougeâtre.
45,5	blanc sensiblement.	rouge pourpre très-beau.
49,5	blanc à peine verdâtre.	rouge foncé, semblable au geranium sanguineum.
53,5	blanc plus verdâtre.	rouge mord. tirant vers l'orangé.
58,5	blanc à peine verdâtre.	orangé très-chaud, rougeâtre.
78,5	blanc bleuâtre.	jaune orangé.
90	bleu blanchâtre, couleur du ciel.	jaune moins orangé.

Déviat. à trav. le verre rouge, conclue du violet bleuât. $40°,5. \frac{23}{30} = 31°,05$

Observations du système tartro-ammonique neutre Σ_1, tabl. n° 10. Longueur du tube 512^{mm}.

A	O	E
0°	jaune paille.	bleu pâle.
+ 15°	jaune pâle.	bleu très-bon.
22	jaune plus pâle.	bleu indigo foncé.
26	blanc à peine jaunâtre.	violet bleuâtre précédant le violet rougeâtre.
27	blanc à peine jaunâtre.	rouge violacé pourpre.
32	blanc à peine jaunâtre.	rouge orangé très-chaud.
37	blanc de lait.	orangé rougeâtre.
42	blanc de lait.	orangé.
49	blanc sensiblement.	jaune.

A	O	E.
62	blanc un peu bleuâtre.	jaune moins vif.
71	blanc bleuâtre pâle, ou bleu blanchâtre.	jaune plus pâle.
90	bleu pâle.	jaune paille.

Déviation observée à travers le verre rouge..... $+ 20^{\circ},075$

Rapport de la déviation du rouge à celle du jaune, conclue du violet bleuâtre..... $\frac{20,075}{26} = \frac{23,1635}{30}$

Observations du système tartro-ammonique neutre Σ, tabl. n° 11. Longueur du tube $525^{mm},5$.

A	O	E
0°	rouge orangé.	blanc coloré de bleu verdâtre, ou bleu verdâtre léger.
+ 12	orangé.	bleu blanchâtre.
23	jaune un peu verdâtre.	bleu plus foncé.
42	jaune plus pâle, verdâtre.	bleu indigo, très-beau et abond.
58	jaune très-pâle, verdâtre.	indigo plus sombre, commençant à se violacer.
61,5	jaune pâle, verdâtre.	violet bleuâtre.
62	jaune verdâtre pâle.	violet moins bleuâtre.
63	jaune plus verdâtre.	violet rougeâtre.
65	jaune plus verdâtre.	rouge pourpre.
69	blanc verdâtre.	rouge pourpre foncé.
70	blanc verdâtre.	rouge encore pourpre, mais moins foncé.
74	vert d'eau bleuâtre ou très-pâle.	rouge mordoré, déjà s'orangeant
79	blanc bleuâtre.	rouge plus orangé, couleur de tuile très-rouge.
85	bleu blanchâtre.	rouge orangé.
90	bleu blanchâtre ou verd.	rouge orangé.

Déviation observée à travers le verre rouge.... $+ 48^{\circ},025$
— à travers le verre vert..... 68 ,967

Observations du système tartro-ammonique neutre Σ_1, tabl. n° 11. Longueur du tube $524^{mm},5$.

A	O	E
0°	jaune pâle un peu verd.	bleu léger.
+ 28	jaune très-pâle.	bleu très-bon.
31	jaune plus pâle, mais encore sensiblem. coloré.	bleu commençant à se violacer.
32	jaune presque blanc.	violet bleuâtre.
33	jaune presque blanc.	violet rougeâtre.
34	jaune presque blanc.	rouge violacé très-pourpre.
35	blanc très-légèrem. verd.	rouge rose foncé, pourpre.
36,5	blanc très-légèrem. verd.	rouge encore pourpre.
40	blanc très-légèrem. verd.	rouge commençant à s'oranger, couleur de tuile rouge.
42,5	blanc légèrement bleuât.	rouge orangé.
44,5	blanc un peu bleuâtre.	orangé.
48,5	blanc un peu bleuâtre.	jaune orangé brillant.
60	blanc bleuâtre.	jaune citron verdâtre, brillant.
78	bleu blanchâtre.	jaune verdâtre.
90	bleu léger.	jaune pâle, un peu verdâtre.

Déviation observée à travers le verre rouge + 25°,1333
— à travers le verre vert . . + 36 ,5167

Observations du système tartro-ammonique neutre Σ_2, tabl. n° 12. Longueur du tube $523^{mm},5$.

A	O	E
0°	blanc sensiblement.	bleu blanchâtre, léger.
+ 12,5	blanc sensiblement.	bleu déjà violacé.
$12\frac{2}{3}$	blanc sensiblement.	violet bleuâtre.
13,50	blanc sensiblement.	violet rougeâtre.
90	bleu blanchâtre léger.	blanc sensiblement.

Déviation observée à travers le verre rouge + 10°,000
— à travers le verre vert . . non observée.

Observations du système tartro-ammonique Σ_3, tabl. n° 11.

Longueur du tube 501^{mm},5.

A	O	E
0°	jaune verdâtre brillant.	bleu léger.
+ 31	jaune verdâtre plus pâle.	bleu très-beau.
40,5	jaune verdâtre très-pâle.	bleu commençant à se violacer.
41,5	jaune verdâtre très-pâle.	violet bleuâtre.
42	jaune verdâtre très-pâle	violet rougeâtre.
42,4	jaune verdâtre très-pâle.	violet plus rougeâtre.
44	jaune verd. presque blanc.	rouge pourpre très-bleuâtre.
46	blanc légèrement verd.	rouge pourpre plus clair.
49,5	blanc légèrement verd.	rouge mordoré déjà s'orangeant.
52	blanc très-légèrem. bleuât.	rouge sensiblement orangé, couleur de tuile rouge.
53,5	blanc légèrement bleuât.	rouge orangé.
56	blanc plus bleuâtre.	orangé.
63	blanc plus bleuâtre.	jaune foncé.
72	blanc plus bleuâtre.	jaune moins foncé, brillant, un peu verdâtre.
85	blanc plus bleuâtre.	jaune plus clair et plus verdâtre.
90	bleu léger.	jaune verdâtre brillant.

Déviation observée à travers le verre rouge + 32°,1000
— à travers le verre vert. . 46 ,1833

Observations du système tartro-ammonique Σ_4, tabl. n° 11.

Longueur du tube 501^{mm},5.

A	O	E
0°	jaune très-pâle, un peu verdâtre.	bleu léger.
+ 18	blanc à peine jaunâtre.	bleu foncé, très-bon.
28	blanc à peine jaunâtre.	bleu commençant à se violacer.
28,5	blanc à peine jaunâtre.	violet bleuâtre.

A	O	E
29,5	blanc à peine jaunâtre.	violet rougeâtre.
30,5	blanc à peine jaunâtre.	rouge très-pourpre, bleuâtre.
32,5	blanc à peine jaunâtre.	rouge encore pourpre.
35,5	blanc à peine jaunâtre.	rouge déjà s'orangeant, couleur de tuile très-rouge.
38	blanc un peu bleuâtre?	rouge orangé.
40,5	blanc plus bleuâtre.	orangé rougeâtre.
43,5	blanc plus bleuâtre.	orangé.
48	blanc plus bleuâtre.	jaune foncé, un peu verdâtre.
54	blanc plus bleuâtre.	jaune citron verdâtre, brillant.
78	bleu blanchâtre.	jaune pâle verdâtre.
90	bleu léger.	jaune très-pâle, un peu verd.

Déviation observée à travers le verre rouge + 21°,4722

— à travers le verre vert.. + 30°,9167

Parmi les plaques de cristal de roche perpendiculaires à l'axe que j'ai autrefois observées, il y en a une qui est mentionnée dans mon mémoire de 1818, page 55, comme ayant donné à travers le verre rouge une déviation de — 22°. Elle est donc comparable sous ce rapport à la solution précédente observée dans l'épaisseur $501^{mm},5$. Celle de cette plaque était $1^{mm},184$, et la succession des teintes O, E, qu'elle offrait à l'œil nu, est rapportée dans mon mémoire de 1812, page 225. Or, on peut voir que ces teintes se suivent, en effet, presque identiquement, comme celles de la série actuelle, et se reproduisent sensiblement les mêmes aux mêmes azimuts. La loi de dispersion des plans de polarisation est donc aussi très-approximativement, sinon rigoureusement pareille pour les deux systèmes, quoique, d'ailleurs, si différents entre eux dans leur nature chimique et leur constitution.

Pour faciliter de semblables comparaisons, je voulais rassembler ici toutes les valeurs des déviations que j'ai observées à travers le même verre rouge dans mes recherches sur le pouvoir rotatoire, en me bornant aux milieux incolores. J'y aurais joint la désignation de la substance observée, son épaisseur, et l'indication du mémoire ainsi que de la page où l'on aurait trouvé la série des teintes O, E observées à l'œil nu; mais le temps ne m'a pas permis de faire ici ce rapprochement, qui n'eût pas été sans intérêt; et je ne puis que l'indiquer.

Des combinaisons fluides ternaires formées par l'acide tartrique, les terres et l'eau.

Lorsque j'annonçai, il y a deux ans, à l'Académie les singulières propriétés optiques que présente l'acide tartrique dissous dans l'eau, ou combiné avec les bases alcalines, je fis remarquer que, par une exception jusque alors unique parmi ces combinaisons, le tartrate d'alumine m'avait présenté la rotation vers la gauche. Mais comme ce tartrate adhère à l'eau jusqu'au point de prendre avec elle l'état gommeux, je soupçonnai que cette inversion pouvait bien dépendre de la faible proportion d'eau avec laquelle il était alors uni (1). C'est ce que l'expérience m'a depuis confirmé, en accompagnant ce phénomène de particularités qui en augmentent l'intérêt. Je vais donc considérer d'abord ce genre de combinaison.

(1) Voyez les comptes rendus de l'Académie des sciences, t. I, p. 459, séance du 7 décembre 1835.

Des combinaisons fluides formées par l'acide tartrique, l'alumine et l'eau.

Ayant dissous $44^{s},13$ d'acide tartrique cristallisé dans 300^{s} d'eau, j'ai fait bouillir ce liquide pendant plusieurs heures sur de l'alumine hydratée très-sèche, et qui ne contenait pas d'ammoniaque en quantité sensible. Il y avait beaucoup plus de cette terre que l'acide n'en pouvait dissoudre, et j'avais soin de restituer l'eau à mesure qu'elle s'évaporait. La solution ainsi obtenue a été filtrée, puis observée. Elle avait la réaction acide au papier de tournesol, et elle exerçait la rotation vers la droite. Alors je l'ai rapprochée graduellement par l'évaporation sur un feu doux, jusqu'à lui donner un état gommeux; et, par intervalles, je l'observais optiquement pour suivre les variations de son pouvoir rotatoire. J'ai amené ainsi peu à peu ce pouvoir à s'exercer vers la gauche, puis je l'ai rappelé à droite par addition d'eau. Dans le progrès de sa concentration, la liqueur abandonnait, en quantité peu considérable, mais pourtant fort sensible, une poudre blanche soluble dans la potasse, sensiblement insoluble dans l'eau, et ne lui communiquant aucune acidité; ce qui l'indiquait comme étant de l'alumine pure, ou un tartrate basique de cette terre. Mais on verra tout à l'heure que des épreuves faites par M. Berthier sur un produit analogue, rendent cette seconde supposition la plus vraisemblable. Lorsque l'on avait séparé ce précipité par le filtrage, la portion du système qui restait fluide conservait toujours la réaction acide au papier de tournesol, quel que fût le degré de sa concentration et le sens du pouvoir rotatoire qu'elle exerçait.

Les résultats de cette expérience sont rassemblés dans le tableau n° 12. Comme l'inversion du sens de la rotation était surtout le phénomène que je voulais fixer, je me suis borné le plus souvent à observer l'azimut α, où E devenait nul par vision directe; et j'ai rapporté, dans la dernière colonne, le pouvoir spécifique actuel de chaque système calculé avec cette déviation par la formule $\frac{\alpha}{l\delta}$; ce qui donne une idée plus exacte de son énergie, en la dépouillant des particularités qui tiennent à sa densité et à la longueur du tube où l'on observait. Toutefois, les nombres ainsi obtenus ne sont exactement comparables entre eux que pour le sens de l'action qu'ils indiquent; parce que la solution a toujours été colorée en vert plus ou moins jaunâtre, qui a varié d'intensité et de teinte dans les différents états de condensation du liquide; ce qui influait nécessairement sur l'azimut où E devenait sensiblement nul à l'œil nu. Ce genre de coloration, joint à son intensité, éteignant une forte portion de la lumière rouge, rendait l'observation à travers le verre rouge très-pénible. C'est pourquoi je m'en suis dispensé, n'en ayant pas un besoin absolu.

Les résultats du tableau n° 12 parlent d'eux-mêmes. On voit d'abord dans A la combinaison très-étendue d'eau exerçant la déviation vers la droite; en la concentrant pour former B, le pouvoir spécifique actuel $\frac{\alpha}{l\delta}$ commence par s'accroître. Ceci peut paraître une simple conséquence de l'abandon de l'eau, si on la considère comme substance inactive; car alors la proportion de substance active se trouverait progressivement accrue par la concentration, et le pouvoir

rotatoire actuel $\frac{\alpha}{l\delta}$ devrait en paraître plus fort. Mais cette supposition ne peut plus se soutenir pour le système C, où la concentration est encore plus grande, et dont cependant le pouvoir rotatoire actuel est beaucoup plus faible. Enfin, toute incertitude semble levée par le système D, encore plus concentré, et dont le pouvoir rotatoire a passé à gauche. Néanmoins, comme la liqueur, en se concentrant, abandonne une petite portion des principes qui la constituent, on pourrait craindre encore que l'affaiblissement progressif, et même l'inversion du pouvoir rotatoire, ne fussent dus à cette cause. Mais c'est ce qu'exclut le système E, où le pouvoir rotatoire est ramené à droite par la seule restitution de l'eau sans addition ni précipitation d'aucune autre substance. De là il est impossible de ne pas conclure que la proportion d'eau présente, avec l'acide tartrique et l'alumine, suffit pour déterminer ici, entre ces trois corps, des combinaisons douées de propriétés spéciales, et dont la constitution moléculaire ne varie pas par intermittences brusques, mais avec une complète continuité.

Voici encore les résultats plus étendus d'une expérience tout à fait pareille, rassemblés dans le tableau n° 13. Celle-ci a été faite avec la solution de tartrate aluminique qui m'avait présenté, il y a deux ans, la rotation à travers le flacon qui la contenait. Je l'avais conservée ainsi enfermée depuis cette époque, et il s'y était formé un dépôt gommeux très-dense que je fis dissoudre par l'eau aidée de la chaleur. Le tout réuni fut soumis à l'ébullition jusqu'à ce que la solution fût complète; après quoi la liqueur, étant filtrée, puis observée, présenta la rotation à gauche. Je l'étendis alors progres-

sivement d'eau froide, et la fis passer à droite sans que rien s'en séparât. Puis je la ramenai de nouveau à gauche en la privant d'eau, comme le tableau le montre, et comme la première expérience avait appris que cela devait arriver. Cette combinaison exerçait la réaction acide sur le papier de tournesol, quel que fût son degré de concentration. Elle avait été préparée dans les ateliers de M. Robiquet, avec de l'alumine en gelée que l'on avait probablement précipitée de l'alun par l'ammoniaque. Mais sans doute l'alumine avait été purgée de cet alcali par de nombreuses lotions, car la combinaison tartrique en dégageait à peine quelques traces quand on la faisait bouillir avec la potasse caustique.

Or, maintenant je vais exposer les détails d'une troisième expérience dont les résultats ont été tout autres que les précédents. Le système, employé pour celle-ci, était encore formé d'acide tartrique, d'alumine et d'eau. Mais l'alumine, qui avait été pareillement présentée en gelée à l'acide, n'avait sans doute pas été aussi bien purgée d'ammoniaque, car la combinaison étant bouillie avec la potasse, dégageait une quantité très-notable de cet alcali volatil. En outre, l'introduction de l'eau froide y déterminait instantanément un précipité que les combinaisons précédentes ne présentaient pas. Cette troisième était donc constituée différemment des deux autres, et aussi a-t-elle manifesté des propriétés optiques bien différentes.

La liqueur, telle que je l'employai d'abord, était à l'état gommeux et fort dense. Cependant elle passait à travers les filtres de papier, d'où elle sortait limpide et presque incolore. Dans cet état elle exerçait la réaction acide sur le papier de tournesol, et elle imprimait une rotation énergique vers la droite

à la lumière polarisée. Quand je voulus l'étendre, après cette observation, en y ajoutant de l'eau froide, l'action locale de ce liquide en séparait aussitôt une gelée de couleur blanche, qui, soumise depuis à l'examen de M. Berthier, fut reconnue par lui pour un tartrate basique d'alumine. Mais ce dépôt disparaissait complétement par l'impression d'une faible chaleur; et le système ainsi étendu d'eau redevenait limpide sans rien perdre après le refroidissement. Je pus donc l'observer à divers degrés de dilution connus; et je trouvai que, dans tous ces états, il conservait la rotation à droite, avec un pouvoir rotatoire exactement constant, accompagné d'un mode de dispersion sensiblement conforme à la loi générale du carré des accès. De sorte que la combinaison active ne faisait que se répandre par dilution dans tout l'espace qui lui était offert, sans être modifiée dans sa constitution moléculaire par l'eau qu'on y ajoutait. C'est ce que prouve le tableau n° 14, où tous les éléments de ces observations sont rassemblés. Pour y rendre la constance du pouvoir rotatoire plus manifeste, j'ai déduit de la première expérience, sur la solution non étendue, les déviations que les suivantes devaient produire dans l'hypothèse d'une simple dilution; et l'accord absolu des résultats ainsi calculés avec ceux qu'a donnés l'observation immédiate, montre évidemment que les molécules qui constituaient la combinaison gommeuse n'ont fait que s'écarter dans l'eau sans s'altérer. Ce calcul des déviations a été fait par la formule

$$\alpha' = \alpha . \frac{l' \varepsilon' \delta'}{l \delta}$$

déjà employée pour un usage semblable, page 279, et qui exprime la constance du pouvoir rotatoire dans les solutions

que l'on compare. Ici le peu de coloration des liqueurs rendait l'observation au verre rouge moins difficile, et je ne l'ai pas omise.

J'ai voulu savoir si le produit qui se séparait de ces systèmes par l'eau froide contribuait à leur pouvoir rotatoire. Pour cela j'ai pris une portion du système Σ_2 que j'ai étendue ainsi d'une grande quantité d'eau, et j'ai isolé par filtration le précipité qui s'était formé. Puis, j'ai rapproché par une douce chaleur la partie filtrée qui était devenue limpide, et je l'ai ramenée ainsi à des densités comparables à celle des premiers systèmes. Alors sa réaction est restée acide; et elle a aussi continué à exercer la rotation vers la droite, même quand elle a été condensée jusqu'à l'état gommeux. Mais elle agissait ainsi moins énergiquement que les premières liqueurs à densité égale; et conséquemment le produit précipité contribuait, dans celles-ci, au pouvoir rotatoire qu'elles exerçaient. C'est ce que prouvent les nombres rapportés dans le tableau pour les systèmes Σ_3 et Σ_4. Ces derniers, après leur concentration, avaient encore la propriété de précipiter par l'eau froide; et je n'ai pu parvenir à les en dépouiller non plus qu'à intervertir le sens de leur rotation.

Cette combinaison d'acide tartrique, d'alumine et d'eau, diffère donc essentiellement des deux précédentes, qui ne précipitaient point par l'eau froide, et dont le pouvoir rotatoire variait avec la proportion de ce liquide. C'est à la chimie de décider en quoi la différence consiste; et j'ai conservé ces singuliers produits pour les offrir aux chimistes qui voudraient les étudier.

Des combinaisons fluides formées par l'acide tartrique, la glucine et l'eau.

M. Berthier a bien voulu me remettre une pareille combinaison qu'il avait préparée lui-même et amenée à l'état solide par la dessiccation. D'après ses indications, elle contenait 0,245 de glucine, et une très-petite quantité d'ammoniaque. Ce produit se dissolvait difficilement dans l'eau froide, et il y manifestait la réaction acide au papier de tournesol. Une fois dissous, l'addition ultérieure de ce liquide n'y produisait aucun précipité. J'ai pu ainsi l'observer optiquement à des degrés de dilution très-divers. Il a exercé la déviation vers la droite avec plus d'énergie qu'aucun autre tartrate, et son pouvoir rotatoire est resté exactement constant, quelle que fût la proportion d'eau ajoutée; ce qui montre que les particules constituantes de la combinaison ne faisaient que s'écarter les unes des autres dans ce liquide, sans en être aucunement modifiées. J'ai confirmé ce résultat en ramenant le produit à l'état solide par la dessiccation au bain-marie, et le redissolvant de nouveau à l'aide d'une douce chaleur dans une proportion d'eau si petite que la solution avait une apparence gommeuse. Le pouvoir rotatoire s'est encore retrouvé le même dans cet état, sauf une très-petite différence que la dessiccation prolongée et récente avait pu apporter dans la quantité d'eau étrangère qu'il conservait avant d'être redissous. Les éléments de ces expériences sont rassemblés dans le tableau n° 15; et, par les rapports numériques que présentent les dernières colonnes, on voit que la dispersion des plans de polarisation s'y est toujours montrée sensiblement conforme à la loi géné-

rale, réciproque aux carrés des accès. On ne retrouve donc pas ici le phénomène d'inversion présenté par le tartrate aluminique dans certaines circonstances; et je n'ai pas eu l'occasion d'essayer si l'on pourrait reproduire ces effets avec la glucine employée dans d'autres états, ou en d'autres proportions.

RÉSUMÉ.

Les expériences contenues dans ce mémoire me semblent résoudre nettement la question tant controversée des combinaisons définies ou non définies, en la réduisant à la proposition suivante.

Lorsque l'on met en présence, *à l'état fluide*, l'acide tartrique, l'eau et les alcalis, ou l'acide tartrique, l'eau et l'alumine, soit dans certains états, soit dans certaines proportions, ces trois substances s'unissent immédiatement, et composent un système moléculaire uniforme, doué de propriétés physiques spéciales, lesquelles dépendent de leurs proportions actuelles et varient *continûment* avec ces proportions. Les combinaisons qui présentent ces caractères, ne sont donc pas astreintes aux conditions d'intermittence qui s'observent dans les sels solides et cristallisables qui s'isoleraient des mêmes milieux. Et, au contraire, les groupes moléculaires qui constituent ces sels se décomposent, en perdant leur fixité de proportion, quand on les y fait rentrer à l'état fluide.

Toutefois la fluidité n'est pas la cause physique qui détermine cette mobilité de constitution, quoiqu'elle soit nécessaire pour en développer les effets. Il faut que le milieu ambiant ait, pour les principes des substances qu'on lui présente,

des affinités telles qu'il doive nécessairement s'unir à elles, et même, au besoin, détruire leur combinaison déjà formée pour amener le nouvel état d'équilibre qui convient au système ternaire. Cela est en effet arrivé ainsi dans les cas que je viens de citer. Mais il y en a d'autres, en très-grand nombre, où cette nouvelle aggrégation ne s'opère pas d'une manière sensible. Nous venons d'en voir un exemple dans la combinaison de l'acide tartrique avec la glucine, et même avec l'alumine, sous des conditions différentes de celles où cette terre avait été employée d'abord. Car, ici, les groupes moléculaires formés ont conservé leur constitution primitive, quelle que fût la proportion d'eau ajoutée; et ils n'ont fait que se répandre dans le milieu ambiant sans en éprouver aucune décomposition.

Quoique ces derniers systèmes exerçassent la réaction acide sur le tournesol, la constance de leur pouvoir rotatoire, ainsi que la loi de dispersion qu'on y observe, montrent que l'acide y a perdu toutes les propriétés optiques qui lui sont spéciales, lesquelles sont remplacées par les propriétés générales des combinaisons où il est neutralisé atomiquement. Ceci confirme donc la notion actuellement admise par les chimistes sur les sels à réaction acide, notion si bien développée par M. Chevreul : savoir, que l'acidité ne se montre, dans ces produits, qu'à la suite de leur décomposition, opérée par une affinité plus puissante que celle qui y retient l'acide. Ici, la lumière n'opérant pas cette décomposition, le produit reste neutre pour elle. Je me propose d'examiner si, comme cela est très-vraisemblable, les bitartrates alcalins sont aussi neutres pour la lumière. Mais le peu de solubilité de ces sels exige que je remette ces épreuves à une autre saison.

Je réserve pareillement pour un autre mémoire les phénomènes que présente la combinaison immédiate de l'acide tartrique avec l'acide borique dans l'état de solution aqueuse. Car, bien que j'en aie déterminé toutes les lois, je voudrais y joindre l'étude des produits que ce double acide forme en se combinant avec les bases, ce qui ne peut se faire à présent.

L'ensemble des phénomènes que j'ai décrits nécessite une dernière remarque. Je crois avoir établi par des preuves incontestables que les phénomènes de rotation observés dans les systèmes fluides sont les sommes totales des déviations successives que les groupes moléculaires de ces systèmes impriment aux plans de polarisation des rayons lumineux. En voyant, dans un si grand nombre de cas, ces résultantes varier continûment, et enfin s'intervertir par la seule soustraction ou restitution d'une petite proportion d'eau, on est porté à voir, dans ces variations, l'affaiblissement progressif d'une rotation de même sens, plutôt qu'une inversion réelle. J'ai montré au commencement de ce mémoire que les apparences observables peuvent en effet se concilier avec cette supposition. Mais, pour la prouver, il faudrait subdiviser les groupes moléculaires eux-mêmes, comme nous subdivisons leurs sommes sensibles, ce qui est hors de notre pouvoir. Et, par conséquent, le doute absolu est, jusqu'ici, la seule opinion philosophique qui nous soit permise sur cette importante particularité de la constitution intime des corps.

NOTE SUR LE DOSAGE RÉCIPROQUE DES ACIDES ET DES ALCALIS.

1° *Dosage par les volumes.*

Je suppose que le lecteur connaît la dissertation de M. Gay Lussac, intitulée *Essai sur les potasses du commerce*, laquelle est insérée au tome 39 des Annales de chimie et de physique, page 337, et qu'il s'est bien pénétré de toutes les précautions recommandées par l'auteur, dans le détail des manipulations que cette méthode de dosage exige. Je ne ferai donc ici que les rappeler, et présenter la méthode elle-même sous une forme qui m'a semblé en rendre l'application un peu plus commode, par la généralité qu'elle donne au choix des éléments numériques qu'on emploie, ainsi qu'à l'expression des résultats qu'on en déduit.

Les appareils nécessaires aux opérations sont les suivants, que je désigne par les mêmes lettres dont M. Gay Lussac a fait usage :

1° Un ballon de verre sphérique E, à col étroit, marqué d'un trait circulaire, qui limite le volume intérieur à 1 litre ou 1000 centimètres cubes. Fig. 1.

2° Une cloche à pied I, fig. 2, d'un petit diamètre, marquée à une certaine hauteur d'un trait circulaire qui limite le volume intérieur à $\frac{1}{2}$ litre, ou 500 centimètres cubes.

3° Une pipette K, fig. 3, marquée sur sa tige d'un trait circulaire qui limite le volume intérieur à 50 centimètres cubes ou $\frac{1}{10}$ I.

4° Une burette H, fig. 4, à bec recourbé, divisée en demi-centimètres cubes, et contenant 100 de ces divisions ; ce qui rend sa capacité intérieure égale à 50 centimètres cubes quand elle est remplie jusqu'au trait supérieur.

5° Un bocal L, fig. 5, d'environ 9 centimètres de diamètre, et 15 de hauteur, dans lequel doivent se faire les opérations de saturation.

Enfin des tubes agitateurs ; une seconde burette H' à tube recourbé, divisée ou non divisée, et les autres détails accessoires qui se trouvent dans tout laboratoire de chimie.

Maintenant l'acide et l'alcali, solides ou liquides, qu'il faut doser l'un par l'autre, étant donnés, on ne peut pas supposer qu'ils soient toujours

à l'état anhydre. Je définis donc généralement, par des lettres, leur composition, leur nature, et le poids qu'on prend de chacun d'eux pour les opérations du dosage. Tel est l'objet du tableau suivant.

	POIDS de la matière employée aux opérations.	PROPORTION de subst. anhydre qui s'y trouve dans l'unité de poids.	POIDS atomiques de cette substance à l'état anhydre.
Acide	A	α	a
Base.	B	β	b

Suivons maintenant les opérations prescrites par M. Gay Lussac.

B étant la quantité pesée de la matière basique, et β la proportion pondérable d'alcali anhydre qu'elle est supposée contenir, le poids absolu de cet alcali contenu dans B sera B β. On verse B dans la cloche I; et l'on complète le volume de 500 centimètres cubes, en ajoutant de l'eau distillée jusqu'au trait marqué sur les parois. Alors chaque centimètre cube de la solution ainsi formée contient un poids d'alcali anhydre égal à $\frac{B\beta}{500}$. J'appelle cette solution P.

Il y a quelques précautions à prendre pour que le transvasement de B dans la cloche I soit effectué complétement. Si la matière de B est solide, on peut la peser dans un petit bocal de verre que l'on vide dans I. Après cela on verse de l'eau distillée dans ce bocal avec la burette H′, qui n'a pas besoin d'être divisée; et, imprimant ensuite au bocal un mouvement circulaire, ses parois se lavent. On vide cette eau dans I; puis on recommence jusqu'à ce que l'eau sortante du petit bocal ne bleuisse plus aucunement un papier de tournesol rougi par un acide faible, et très-sensible à la moindre action des alcalis. Il faut prendre les mêmes soins de lavage exact si B est liquide. Mais alors il convient mieux de le peser dans une petite fiole à col étroit, que l'on ne remplit pas tout entière, et que l'on retourne dans les transvasements avec assez d'adresse pour que pas une goutte de ce qu'elle contient ne découle sur la surface extérieure de ses parois.

La solution alcaline P étant ainsi formée, avec le volume prescrit, on y plonge la pipette K par sa pointe inférieure, et on la remplit par aspiration, jusqu'à dépasser quelque peu le trait marqué sur son col; puis, fermant promptement l'orifice supérieur du col avec le doigt, on laisse descendre la liqueur juste au niveau du trait. Alors le volume de P, introduit dans K, est 50 centimètres cubes; et il contient un poids d'alcali caustique égal à 5o. $\frac{B\beta}{500}$ ou $\frac{B\beta}{10}$

La pipette K ainsi remplie, on la porte au-dessus du bocal L, le doigt restant toujours appliqué sur l'orifice du col pour retenir le liquide intérieur. Le doigt ôté, ce liquide tombe. On introduit de l'eau distillée dans la pipette, par le haut de son col, pour la laver; et l'on réitère cette opération jusqu'à ce que l'eau sortante ne bleuisse plus le papier de tournesol rougi par les acides faibles. Cependant la pipette est toujours tenue au dessus du bocal L, pour que toutes les eaux de lavage y tombent. Alors le liquide passé dans L contient tout l'alcali anhydre qui était dans la pipette K, c'est-à-dire un poids égal à $\frac{B\beta}{10}$. On ajoute à la liqueur une petite quantité de solution aqueuse de tournesol, suffisante pour la bleuir distinctement.

Considérons maintenant l'acide. Puisque la matière pesée contient α d'acide anhydre dans l'unité de poids, A en contiendra $A\alpha$. Ce poids est introduit dans le bocal E, où l'on ajoute de l'eau distillée, de manière à compléter le volume de 1 litre ou 1000 centimètres cubes. Alors chacun de ces centimètres contient un poids d'acide anhydre égal à $\frac{A\alpha}{1000}$; et, lorsqu'on en remplit la burette H, divisée en demi-centimètres cubes, le poids de ce même acide contenu dans chaque division est $\frac{A\alpha}{2000}$. L'introduction de A dans le bocal E doit se faire avec les mêmes précautions de versement et de lavage expliquées pour l'introduction de B dans le bocal L.

La burette H ainsi remplie jusqu'au trait supérieur, où la numération de ses divisions commence, on verse le mélange acide goutte à goutte dans le bocal L, jusqu'à ce que la couleur bleue du liquide que ce bocal contient passe au rouge vineux, puis au rouge jaunâtre; et l'on s'arrête à cette dernière teinte lorsque le liquide modifié rougit d'une manière permanente des papiers bleus de tournesol très-sensibles. Cette permanence prouve que le signe d'acidité est actuellement dû à un excès d'acide intro-

duit dans la liqueur après la neutralisation de tout l'alcali, soit libre, soit carbonaté, qu'elle contenait. Nommons N le nombre de divisions de la burette H, qu'il a fallu vider pour atteindre ce terme sans le dépasser. Le poids d'acide anhydre employé pour cela sera $\frac{N A \alpha}{2000}$. La détermination exacte de N exige en général qu'après la première apparition du rouge persistant, on verse encore un petit excès du mélange acide égal à $\frac{1}{2}$ division de la burette, c'est-à-dire à $\frac{1}{4}$ de centimètre cube, pour bien assurer le caractère de la teinte rouge jaunâtre; et que l'on retranche ensuite une division entière du nombre total de divisions auquel on est parvenu. Cette correction est nécessitée, parce que la formation du sel alcalin ne permet pas à la liqueur de rougir immédiatement après le point juste de neutralité, mais seulement un peu au delà.

Les poids d'alcali et d'acide anhydre, qui se neutralisent, se trouvent ainsi être $\frac{B\beta}{10}$ et $\frac{N A \alpha}{2000}$. Leur rapport $\frac{N A \alpha}{200 B \beta}$ doit donc être égal au rapport des poids atomiques des deux substances, c'est-à-dire à $\frac{a}{b}$. Ceci donne l'équation d'équilibre

$$\frac{N A \alpha}{200 B \beta} = \frac{a}{b} \qquad \text{ou} \qquad N A \alpha b = 200 B \beta a \quad (1)$$

par laquelle on pourra calculer une quelconque des sept quantités N, A, a, α, B, b, β, quand on connaîtra les six autres. Je vais donner quelques exemples de cette application.

Je possédais une certaine quantité de potasse solide très-pure, que M. Péligot avait analysée avec beaucoup de soin, et qu'il avait trouvée contenir 0,663 de potasse anhydre sans mélange sensible d'aucun sel étranger. D'une autre part, je m'étais procuré 100 grammes d'acide sulfurique, qui m'avait été donné comme étant précisément à un atome d'eau; ce qui supposait un poids atomique a égal à 613,64. J'ai étendu ces 100 gram. avec de l'eau distillée, dans le ballon E, de manière à former un volume total d'un litre, suivant la prescription de M. Gay Lussac. J'ai pris ensuite de ma potasse solide un poids égal à $26^{g},036$, que j'ai étendu pareillement d'eau distillée dans la cloche I, de manière à former le volume total d'un demi-litre. Et, procédant à la saturation de deux pipettes K de cette solution, j'ai trouvé que cela exigeait 72 $\frac{1}{4}$ divisions de la burette, ce qui donne pour une seule N = 36,125. En supposant exactes les données qu'on m'avait fournies, on devait donc avoir simultanément:

$$A = 100^{g}; \quad \alpha = 1; \quad a = 613{,}64;$$
$$B = 26^{g}{,}036; \quad \beta = 0{,}663; \quad b = 589{,}92; \quad N = 36{,}125$$

Alors tous les éléments de l'équation (1) étant connus, on pouvait vérifier les uns par les autres.

Supposons, par exemple, que l'on cherche la proportion β de potasse anhydre contenue dans la potasse solide employée. β étant alors considérée comme inconnue, l'équation (1) donnera sa valeur, qui sera :

$$\beta = \frac{N\,A\,\alpha\,b}{200\,B\,a} = \frac{36{,}125\,.\,100\,.\,1\,.\,589{,}92}{200\,.\,26{,}036\,.\,613{,}64} = 0{,}666934$$

d'où résulte la proport. d'eau complémentaire... 0,333066

Ce résultat excède seulement de 0,004 celui qu'avait trouvé M. Péligot, par des procédés indubitablement plus précis. Il le confirme donc; et il montre en outre que l'acide qu'on m'avait fourni était titré et dosé exactement.

Cette même solution potassique m'a servi pour doser un autre flacon d'acide sulfurique très-pur, dont je ne connaissais pas la proportion d'eau. Le poids de cet acide que j'avais pris pour étendre dans le volume d'un litre, était $49^{g}{,}830$; et je trouvai, par deux expériences successives, que la neutralisation exigeait exactement 82 divisions de la burette. Prenant donc pour inconnue la proportion α d'acide sulfurique *anhydre* contenue dans l'unité de poids de cet acide, les données du problème seront :

$$A = 49{,}830; \quad \alpha \text{ inconnu}; \quad a = 501{,}16;$$
$$B = 26{,}036; \quad \beta = 0{,}663; \quad b = 589{,}92; \quad N = 82$$

On voit que j'adopte ici, pour la potasse, l'analyse de M. Péligot. Avec ces nombres, l'équation (1) donne

$$\left.\begin{array}{c}\text{la proportion}\\ \text{d'acide sulfurique}\\ \text{anhydre.}\end{array}\right\} \alpha = \frac{200\,B\,\beta\,a}{N\,A\,b} = 200.\frac{26{,}036\,.\,0{,}663\,.\,501{,}16}{82\,.\,49{,}830\,.\,589{,}92} = 0{,}717788$$

d'où résulte la proportion d'eau complémentaire..... 0,282212

Si, au lieu de prendre pour donnée la valeur $\beta = 0{,}663$ fournie par l'analyse de M. Péligot, on employait celle que nous avons obtenue par le précédent dosage, on trouverait $\alpha = 0{,}722047$, valeur plus forte seulement de 0,004259. Ces déterminations sont bien confirmées par la pesanteur spécifique. Car, selon les tables de M. Berzélius, celle d'un acide aqueux, contenant 0,7175 d'acide anhydre, est 1,7962; et je l'ai trouvée de 1,806954 à la température de 20° pour l'acide un peu moins chargé

d'eau que nous venons de doser. Ce même dosage m'a été confirmé par M. Pelouse.

L'acide sulfurique à un atome d'eau, employé dans la première expérience que j'ai rapportée tout à l'heure, m'a servi pour doser une solution aqueuse de soude dont j'ignorais la proportion d'eau. Le poids de cette solution, que je pris pour étendre dans le volume d'un demi-litre, était $23^{g},240$. Je trouvai que la neutralisation s'opérait exactement par 21 divisions de la burette, avec l'acide sulfurique à un atome d'eau que j'ai, plus haut, mentionné. On avait donc alors :

$$A = 100; \quad \alpha = 1; \quad a = 613,64$$
$$B = 23,240; \quad \beta \text{ inconnu}; \quad b = 390,90; \quad N = 21$$

Avec ces valeurs, l'équation (1) donne

$$\left.\begin{array}{l}\text{la proportion}\\ \text{de soude}\\ \text{anhydre.}\end{array}\right\} \quad \beta = \frac{N A \alpha b}{200\, B\, a} = \frac{21 \,.\, 100 \,.\, 1 \,.\, 390,90}{200 \,.\, 23,240 \,.\, 613,64} = 0,28781$$

d'où résulte la proportion d'eau complémentaire..... 0,71219

Ce dosage était parfaitement confirmé par la pesanteur spécifique de la solution.

Cette solution sodique avait été formée avec un échantillon de soude solide à l'alcool, que je savais être très-pure; et j'y avais employé la moindre quantité d'eau qui pût opérer la liquéfaction, en m'aidant d'une douce chaleur pour la faciliter. La solution refroidie et filtrée se trouvait composée ainsi :

Poids de soude solide.....	$80^{g},095$
d'eau.....	239,800
Poids total de la solution.....	319,895

Soit ε la proportion de soude anhydre contenue dans l'unité de poids de ma soude solide. Les $80^{g},095$ employés en contiendront $80^{g},095\,\varepsilon$; on aura donc, en composant la solution sodique avec cette quantité :

$$\frac{80,095\,\varepsilon}{319,895} = 0,28781$$

De là on tire

Proportion de soude anhydre dans ma soude solide.. $\varepsilon = 0,86168$

D'où la proportion d'eau complémentaire..... $e = 0,13832$

Ces nombres sont presque exactement ceux qui résulteraient d'un atome de soude solide, combiné avec $\frac{1}{2}$ atome d'eau. En effet une telle composition donne

	Poids atomiques.	Proportion dans l'unité de poids.
1 atome de soude.....	390,90	0,8742
$\frac{1}{2}$ atome d'eau.....	56,24	0,1258
D'où 1 at. de la soude solide empl.	447,14	

Enfin je rapporterai, pour dernier exemple, l'emploi que j'ai fait de la solution potassique ci-dessus définie, pour doser un échantillon d'acide hydrochlorique concentré. L'expérience exigeait quelques précautions particulières, parce que, dans cet état de concentration, l'acide est évaporable. Voici comment j'opérai. Dans une fiole de verre, bouchant à l'émeri et pesée exactement, j'introduisis un poids d'eau froide égal à $101^{g},245$. Puis j'y versai une certaine quantité de mon acide; et, bouchant aussitôt la fiole, je le laissai se mêler avec l'eau pour lui ôter la faculté de s'évaporer. Alors, pesant tout le système, je trouvai que le poids de l'acide introduit était $48^{g},057$. Cela fait, j'étendis tout ce mélange dans le volume de 1 litre, en prenant soin de bien laver la fiole; et je fermai aussitôt le bocal E où la dissolution était ainsi formée.

Quand la potasse et l'acide hydrochlorique sont ainsi en présence dans l'eau, il se forme du chlorure potassique, dont la formule chimique, en adoptant la notation de M. Berzélius, est 2 K C L, laquelle se décompose comme il suit :

Un atome de potassium.....	K = 489,92
Deux atomes de chlore.....	2 C L = 442,65
D'où résulte un atome de chlorure neutre..	2 K C L = 932,57

C'est donc entre ces deux éléments qu'il faut concevoir la neutralité opérée.

Or, les formules de la potasse et de l'acide hydrochlorique donnent leur composition comme il suit :

Un at. de potassium.	K = 489,92	Un atome de chlore.	221,33
Un at. d'oxygène...	O = 100,00	Un atome d'hydrog.	6,24
D'où résulte un atome de potasse.....	$\dot{K}$ = 589,92	D'où un atome d'ac. hydrochl. anh.	HCL = 227,57

D'après cela, si la potasse employée au dosage contient la proportion β de potasse anhydre dans l'unité de poids, elle contient seulement une proportion β' de potassium, dont l'expression est $\beta' = \beta . \frac{489,92}{589,92}$

Et si l'acide hydrochlorique aqueux employé contient la proportion α d'acide hydrochlorique anhydre, il contient seulement une proportion α' de chlore qui a pour expression $\alpha' = \alpha . \frac{221,33}{227,57}$

Alors l'équation générale de neutralité (1), p. 391, devient

$$N A \alpha' b = 200 B \beta' a$$

où les valeurs de a et de b sont celles qui conviennent à la neutralisation du chlore par le potassium, dans la composition du chlorure; c'est-à-dire

$$a = 442,65 = 2.(221,33); \qquad b = 489,92$$

Ces nombres étant ainsi substitués avec α' et β' dans l'équation (1), elle se réduit définitivement à la suivante, en supprimant les communs diviseurs,

$$\frac{N A \alpha}{227,57} = \frac{2.200.B\beta.}{589,92} \qquad (2)$$

Cette forme convient ainsi spécialement au dosage de l'acide hydrochlorique aqueux par la potasse, et l'on peut immédiatement y introduire les proportions α, β d'acide hydrochlorique et de potasse anhydre contenus dans les matières avec lesquelles on opère la neutralisation.

Pour l'acide que j'employais, la neutralisation exacte exigea 167 divisions de la burette. D'ailleurs la solution potassique était la même que j'ai ci-dessus définie. Ainsi, en adoptant l'analyse de M. Péligot, les éléments du calcul étaient donc comme il suit:

$$A = 48^{s},057; \quad \alpha \text{ inconnu}$$
$$B = 26^{s},036 \quad \beta = 0,663 \quad N = 167$$

Avec ces nombres, l'équat. (2), particulière à ce système de dosage, donne

la proport. d'acide hydrochlorique anhydre. $\left.\right\}$ $\alpha = \frac{2 . 200 . 227,57 . 26,036 . 0,663}{167 . 48,057 . 589,92} = 0,331892$

D'où la proportion d'eau complémentaire..... $= 0,668108$

Ces proportions étaient parfaitement confirmées par la pesanteur spécifique de l'acide, que je trouvai être 1,16801 à la température de 22°; résultat conforme aux tables de M. Berzélius.

J'ai pu également doser, par ce procédé, une solution aqueuse d'ammoniaque, très-chargée de cet alcali volatil, en prenant la même précaution que pour l'acide hydrochlorique, de l'étendre préalablement d'une grande proportion d'eau dans une fiole pesée et fermant à l'émeri. Du reste, le calcul se fait alors directement par l'équation (1), p. 391, laquelle exprime les conditions de neutralisation immédiate des bases par les acides.

Méthode de dosage par les poids.

Cette méthode n'exige d'autre appareil qu'une balance très-précise et une fiole de verre bouchant à l'émeri.

On pèse d'abord cette fiole vide et bien séchée intérieurement. Puis on y introduit une des deux substances que l'on veut neutraliser l'une par l'autre, par exemple la substance basique, et l'on prend son poids B. Pour fixer les idées, je suppose que B est déjà à l'état de solution aqueuse, contenant β de base anhydre dans l'unité de poids. β peut être connu ou inconnu. Mais, dans tous les cas, le poids de base anhydre introduit est $B\beta$. On y ajoute une petite quantité de solution aqueuse de tournesol, dont on détermine aussi le poids immédiatement par l'augmentation qu'il produit dans celui du système. Alors, débouchant la fiole, mais laissant son bouchon sur le même plateau, on y verse goutte à goutte l'acide employé à la neutralisation, ce qu'on fait avec une burette à bec, divisée ou non divisée, en prenant bien soin que toutes les gouttes tombent dans le liquide que contient la fiole, et non sur les parois intérieures de son col. Lorsque la neutralisation est indiquée par le changement de couleur du liquide mixte, on mesure l'addition de poids opérée par la quantité d'acide que l'opération a exigée. Soit A ce poids, et α la proportion pondérable qu'il contient de ce même acide à l'état anhydre. Le poids absolu de celui-ci, employé à la neutralisation, sera $A\alpha$; et il devra avoir, avec $B\beta$, le rapport exigé pour la neutralisation atomique. On aura donc l'équation de neutralité

$$\frac{A\alpha}{B\beta} = \frac{a}{b} \text{ ou } Ab\alpha = Ba\beta \qquad (3)$$

Et de là on tirera une quelconque des quantités A, a, α, B, b, β, lorsque l'on connaîtra les cinq autres. J'ai employé cette méthode par préférence à celle des dosages, quand je cherchais à obtenir une très-grande exactitude; et je l'ai toujours trouvée très-sûre dans ses résultats. Il est évident d'ailleurs qu'elle se prête, comme celle des volumes, à toutes les applications.

Nota. Tous les appareils de dosage de M. Gay Lussac se trouvent chez M. Collardeau, à Paris.

Fini d'imprimer, le 17 février 1838.

CONSIDÉRATIONS

SUR

LA NATURE DES VÉGÉTAUX

QUI ONT COUVERT LA SURFACE DE LA TERRE AUX DIVERSES ÉPOQUES DE SA FORMATION,

PAR M. ADOLPHE BRONGNIART.

Lues dans la séance publique du lundi 11 septembre 1837.

LA curiosité est une des facultés les plus essentiellement distinctives de l'esprit humain, une de celles qui éloignent particulièrement l'homme de la brute; et par cette raison, on peut dire que c'est une de ses plus nobles facultés, lorsqu'elle est dirigée vers un but réellement digne de lui.

C'est elle qui nous excite continuellement à étendre le champ de nos connaissances, à approfondir les mystères les plus cachés de la nature, sans que nous puissions, le plus souvent, en espérer d'autre résultat que ce bonheur qu'éprouve tout être intelligent à mesure qu'il peut se former des idées

plus exactes sur la nature des phénomènes qui l'environnent. Plus ces phénomènes paraissent difficiles à étudier, plus ils sont, par leur nature ou leur position, hors de notre atteinte directe, et plus on est frappé des résultats auxquels des recherches approfondies ont conduit les hommes qui en ont fait le but de leurs études.

Ainsi le télescope, en permettant à notre vue d'observer les phénomènes qui se passent dans les régions les plus éloignées de l'espace, et le microscope, en nous révélant l'existence d'un nombre immense d'êtres que leur petitesse aurait sans lui toujours soustraits à notre examen, ont fait sur l'imagination des hommes l'impression la plus vive.

Dans ces temps modernes, les sciences avaient déjà fait de si grands progrès qu'on ne pouvait guère espérer d'ouvrir une nouvelle voie aussi riche en découvertes piquantes pour la curiosité humaine que celles qu'avaient fait parcourir le télescope et le microscope; et cependant l'étude du sol que nous foulons journellement sous nos pieds, est devenue, depuis un demi-siècle environ, entre les mains de Werner, de Cuvier et d'une foule de savants qui se sont précipités sur leurs traces, une des sciences les plus fécondes en résultats, non-seulement d'un haut intérêt pour les savants de profession, mais propres à frapper vivement l'imagination de toute personne qui aime à réfléchir sur les grands phénomènes de la nature.

En étudiant les couches qui composent l'écorce de la terre, leur ordre de superposition, leur nature et les débris d'animaux ou de végétaux qu'elles renferment, la géologie est en effet parvenue à nous retracer l'histoire de la terre pendant les longues périodes qui ont précédé son état actuel; elle nous fait connaître les êtres qui ont successivement habité sa sur-

face, les révolutions qui ont amené leur destruction et donné naissance aux couches minérales qui les renferment, et les modifications que cette surface elle-même a subies par suite de ces révolutions; elle nous prouve enfin que tous ces phénomènes, qui ont nécessairement exigé bien des siècles pour s'effectuer, ont eu lieu avant la création de l'homme.

Elle nous conduit ainsi à apprécier des événements, et à reconstruire des êtres qui ont précédé de plusieurs milliers d'années, non-seulement les traditions historiques les plus reculées, mais l'existence même de l'homme.

Cette longue histoire de la formation de l'écorce de la terre se compose, comme l'histoire des peuples, de périodes de repos, ou d'une tranquillité assez grande du moins pour que la surface de la terre et les masses d'eau qui la couvraient en partie, se peuplassent d'habitants de diverses sortes; et de périodes de révolutions, pendant lesquelles des forces puissantes bouleversant sa surface, élevaient les montagnes, submergeaient les terres précédemment émergées, et faisaient sortir du sein des eaux celles qui formaient auparavant le fond des mers; enfin épanchaient sur les roches préexistantes, les matériaux de nouvelles couches qui, enveloppant les débris des êtres vivants, que ces violentes catastrophes avaient détruits, conservaient leurs dépouilles, monuments précieux qui nous font connaître, après tant de milliers d'années, la nature des anciennes populations de notre globe et l'ordre dans lequel elles se sont succédé.

L'étude des périodes de révolutions et de celles de repos présente également un vif intérêt: mais les premières sont entièrement du ressort du géologue; les secondes, au contraire, réclament nécessairement les lumières du zoologiste

ou du botaniste; car eux seuls peuvent, par une comparaison exacte entre les dépouilles des êtres fossiles et les mêmes parties des êtres actuellement existants, déterminer les rapports qui unissent entre eux les habitants du globe à diverses époques. C'est ainsi que Cuvier, dans ses admirables recherches sur les ossements fossiles, se fondant sur les données positives que lui fournissait l'anatomie comparée, est arrivé à reconstruire le squelette de la plupart des animaux dont on avait alors découvert les dépouilles, et a pu déterminer avec la plus grande probabilité leurs formes extérieures et leur analogie avec les animaux que nous connaissons.

La botanique, quoique ayant pendant longtemps fourni moins de documents sur l'état ancien du globe, doit cependant être également mise à contribution par le géologue, et peut même jeter plus de jour que la zoologie sur l'état de la surface terrestre pendant les périodes les plus reculées de sa formation. En effet, tandis qu'à cette époque, lorsque la vie commençait à se manifester sur notre globe, les animaux étaient tous confinés dans l'intérieur des eaux, et ne s'y présentaient qu'avec de petites dimensions, une végétation puissante, formant de vastes forêts, couvrait déjà tous les points de la surface de la terre que la mer laissait à découvert; et ensuite, chaque période de repos a eu sa végétation propre, plus ou moins variée, plus ou moins abondante, suivant les circonstances qui influaient sur le développement des êtres qui la composaient, et peut-être suivant la durée de ces périodes, mais presque toujours entièrement différente de celle des époques précédentes ou suivantes.

De ces diverses associations de végétaux qui ont successivement habité notre globe, aucune cependant ne mérite autant

de fixer notre attention que celle qui semble s'être developpée la première sur sa surface (1), qui paraît, pendant un long

(1) Les végétaux terrestres qui se trouvent dans les couches plus anciennes que la formation houillère, dans les terrains de transition, par exemple, sont peu nombreux et diffèrent à peine ou même ne diffèrent nullement de ceux que cette formation renferme. Il ne me paraît pas y avoir plus de différence entre les végétaux fossiles de ces deux époques qu'entre ceux des couches les plus anciennes et ceux des couches les plus récentes d'un même dépôt houiller. On peut donc dire que la végétation dont les terrains houillers recèlent les dépouilles, est la végétation primitive du globe; elle a commencé aussitôt que les parties émergées de la surface terrestre se sont couvertes de quelques végétaux; mais, faible et peu nombreuse d'abord, elle n'a atteint son maximum de développement que vers la fin de la période houillère: pendant cette longue période, elle paraît avoir eu à subir de notables changements quant aux espèces, tout en conservant les mêmes caractères essentiels.

Un des points les plus intéressants, soit pour la géologie générale, soit pour la géologie d'application, parmi ceux qui restent à éclaircir dans l'histoire des terrains houillers, consisterait à déterminer les changements qui se sont opérés dans les formes spécifiques aux divers âges de chaque dépôt houiller; on verrait que la flore de cette période, qui nous paraît déjà si pauvre, comparativement à celle de nos temps actuels, était bien plus limitée quand on ne considère que les espèces qui vivaient réellement simultanément.

Ainsi les renseignements que j'ai obtenus à cet égard de M. Graeser, directeur des mines d'Eschweiler, qui a fait une étude spéciale des végétaux qui se trouvent dans les diverses couches exploitées dans ce bassin houiller, prouvent que chacune de ces couches ne renferme en général qu'un très-petit nombre d'espèces, et que plusieurs de ces espèces ne se trouvent que dans des couches déterminées qu'elles caractérisent parfaitement, quel que soit le point dans lequel l'exploitation les mette à

espace de temps, avoir couvert d'épaisses forêts toutes les parties de la terre qui sortaient du sein des eaux, et dont les débris amoncelés les uns sur les autres, ont formé ces couches souvent si puissantes et si nombreuses de houille, restes altérés de ces forêts primitives qui ont précédé de tant de siècles l'existence de l'homme, et qui, suppléant maintenant à nos forêts modernes, dont l'accroissement de la population humaine amène journellement la destruction, sont devenues une des principales sources de la prospérité des nations.

On ne saurait douter, en effet, que la houille ne doive son origine à des masses de végétaux accumulés, altérés et ensuite modifiés, comme le seraient probablement les couches de tourbe de nos marais, si elles étaient recouvertes par des bancs puissants de substances minérales, comprimées sous leur poids et exposées en même temps à une température élevée (1).

---

découvert. Peut-être cette étude, étendue à quelques-uns des principaux dépôts houillers de l'Europe, nous conduirait-elle à reconnaître que certaines formes annoncent des couches d'une qualité particulière, ou peuvent faire présumer des couches remarquables par leur puissance.

(1) J'ai déjà précédemment soutenu cette opinion, avancée en premier, je crois, par De Luc, que les terrains houillers avaient dû se former à la manière de nos grands dépôts de tourbe, sauf les différences qu'ont dû nécessairement apporter la nature des végétaux alors existants, les conditions climatériques et les phénomènes géologiques auxquels notre globe était alors soumis; depuis lors l'étude plus approfondie que j'ai faite des terrains houillers et des dépôts de tourbe, l'examen des végétaux qu'ils renferment et de leurs dispositions, n'ont fait que me confirmer dans cette opinion, qui est cependant loin d'être admise généralement par les

Il suffit, pour s'en convaincre, d'observer la structure presque ligneuse que présente quelquefois la houille, et d'examiner les nombreux débris de plantes contenus dans les roches qui l'accompagnent.

Mais l'étude des empreintes de tiges, de feuilles, de fruits même, qui sont en général enfermées en si grande quantité dans ces roches, ne prouve pas seulement l'origine végétale de cette substance, elle peut encore nous conduire à déterminer la nature des végétaux qui lui ont donné naissance, et qui, par conséquent, occupaient alors la surface de la terre.

Parmi ces empreintes végétales, les plus fréquentes sont produites par des feuilles de Fougères; mais ces Fougères du monde primitif ne sont pas celles qui croissent encore dans nos climats; car il n'en existe pas actuellement en Europe plus de 30 à 40 espèces, et les mêmes contrées en nourrissaient alors plus de 200, toutes beaucoup plus analogues à celles qui habitent maintenant entre les tropiques qu'à celles des climats tempérés.

Outre ces feuilles de Fougères, ces mêmes terrains renferment des tiges que leurs dimensions rendent comparables aux plus grands arbres de nos forêts, tandis que leur forme les en éloigne complétement; aussi tous les anciens naturalistes, frappés de cette dissemblance, et voulant cependant leur trouver des analogues dans notre monde actuel, les avaient-ils rapportées à des végétaux arborescents mal connus

---

géologues. Je ne saurais ici développer les raisons qui me font persister dans cette manière de concevoir la formation des couches de houille, mais j'aurai occasion de les exposer dans un autre travail.

à cette époque, à des Bambous, à des Palmiers ou à ces grands Cactus connus vulgairement sous le nom de *cierges*.

Mais une comparaison plus attentive entre ces arbres des régions équinoxiales et ces tiges de l'ancien monde, suffit pour faire évanouir les rapports, fondés seulement sur quelque ressemblance dans l'aspect général, qu'on avait voulu établir entre eux, et l'étude plus approfondie, soit de ces tiges, soit des feuilles qui les accompagnent, montre bientôt que les végétaux qui formaient ces forêts primitives ne peuvent se comparer à aucun des arbres qui vivent encore sur notre globe.

Les Fougères arborescentes qui, par l'élégance de leur port, font maintenant un des principaux ornements des régions équatoriales, sont les seuls végétaux arborescents actuellement existant dont on retrouve les analogues, quoique en petit nombre, parmi les arbres de cette antique végétation.

Quant aux autres tiges fossiles, restes de ces forêts primitives de l'ancien monde, c'est parmi les végétaux les plus humbles de notre époque qu'il faut chercher leurs analogues.

Ainsi, les Calamites, qui avaient jusqu'à 4 à 5 mètres d'élévation, et 1 à 2 décimètres de diamètre, ont une ressemblance presque complète dans tous les points de leur organisation avec les Prêles, connues vulgairement sous le nom de *queue de cheval*, qui croissent si abondamment dans les lieux marécageux de nos climats, et dont les tiges, grosses à peine comme le doigt, dépassent bien rarement un mètre de haut; les Calamites étaient par conséquent des Prêles arborescentes, forme sous laquelle ces plantes ont complétement disparu de la surface de la terre.

Les Lépidodendrons, dont les espèces nombreuses devaient essentiellement composer les forêts de cette époque reculée,

et qui ont probablement contribué plus que tous les autres végétaux à la formation de la houille, diffèrent peu de nos Lycopodes (1). On reconnaît dans leurs tiges la même structure essentielle, le même mode de ramification, enfin, on voit s'insérer sur leurs rameaux des feuilles et des fructifications analogues à celles de ces végétaux. Mais tandis que les Lycopodes actuels sont de petites plantes, le plus souvent rampantes et semblables à de grandes Mousses, atteignant très-

(1) Dans cette comparaison rapide des végétaux si insolites de la période houillère avec les végétaux actuellement existants, je ne puis développer les raisons sur lesquelles se fondent ces analogies; raisons que j'ai exposées avec beaucoup de détails dans mon *Histoire des végétaux fossiles*, ni indiquer les différences notables qui les distinguent des végétaux vivants, auxquels je les compare; mais je dois faire remarquer ici que je ne prétends pas établir que les Calamites sont des *Equisetum*, les Sigillaires des Fougères arborescentes, les Lépidodendrons et les *Stigmaria* des Lycopodes complétement analogues à ceux qui existent actuellement, et qu'ils n'en diffèrent que par une plus grande taille, mais seulement que ces diverses tiges de l'ancien monde ont plus de rapport par tous les points de leur organisation que nous connaissons avec ces végétaux qu'avec aucune autre famille de végétaux vivants; je dois ajouter qu'on ne saurait douter actuellement qu'ils appartiennent tous à la grande division du règne végétal qu'on a désignée sous le nom de cryptogames vasculaires, et que, s'ils ne se rangent pas exactement dans les familles des Equisétacées, des Fougères et des Lycopodes, ils forment alors le type de familles intermédiaires entre celles-ci, ou qui lieraient cette division à celle des Phanérogames Gymnospermes (Conifères et Cycadées). L'opinion que je crois avoir contribué à établir qu'aucun de ces végétaux arborescents ne peut se ranger parmi les plantes phanérogames, soit monocotylédones, soit dicotylédones, me paraît donc se confirmer de jour en jour, à mesure que nos connaissances sur ces fossiles s'étendent et s'approfondissent.

rarement un mètre de haut et couvertes de très-petites feuilles, les Lépidodendrons, tout en conservant la même forme et le même aspect, s'élevaient jusqu'à 20 ou 25 mètres, avaient à leur base près d'un mètre de diamètre, et portaient des feuilles qui atteignaient quelquefois un demi-mètre de long; c'étaient, par conséquent, des Lycopodes arborescents comparables par leur taille aux plus grands Sapins, dont ils jouaient le rôle dans ce monde primitif; formant, comme eux, d'immenses forêts à l'ombre desquelles se développaient les Fougères si nombreuses alors (1).

---

(1) Je n'ai pas prétendu passer ici en revue la totalité des formes végétales qui se rencontrent dans les terrains houillers, mais seulement les plus remarquables et celles qui donnent à la végétation de cette époque son caractère particulier. Les autres genres, du reste, se lient assez intimément avec ceux que j'ai cités pour qu'en omettant de les nommer, je n'aie pas laissé de grandes lacunes. Ainsi les Sigillaires forment pour ainsi dire le passage des Fougères arborescentes aux Lépidodendrons, et devront peut-être définitivement se placer auprès de ces derniers; les *Stigmaria* ne sauraient s'éloigner des Lépidodendrons, les genres *Halonia*, *Bothrodendron*, *Ulodendron*, *Megaphyton* sont à peine des sections de ce même genre Lépidodendron, et tout ce que nous avons dit à son égard, peut s'appliquer avec la même vérité à ces divers genres ou sous-genres du groupe des Lépidodendrées; c'est-à-dire, que ces végétaux, sans être de vrais Lycopodes, ont plus d'analogie avec ce genre qu'avec aucun autre que nous connaissions.

Quant aux genres de plantes herbacées à feuilles verticillées, tels que les *Sphenophyllum*, *Annularia* et *Asterophyllites*, leur classification est encore très-douteuse; mais ils paraissent cependant se lier assez intimément aux Calamites, et par leur intermédiaire aux Équisétacées, tandis que d'autres caractères les rapprochent des Marsiléacées et des Cératophyllées.

Que cette végétation puissante devait être différente de celle qui revêt maintenant de ses teintes si variées la surface de la terre! La grandeur, la force et l'activité de la croissance étaient ses caractères essentiels; les plus petites plantes de notre époque étaient alors représentées par des formes gigantesques; mais quelle simplicité d'organisation et quelle uniformité au milieu de cette puissante végétation!

Maintenant, dans les lieux mêmes où l'homme n'a rien changé à ce que la nature a créé, notre œil aime à se reposer successivement sur des arbres qui se distinguent immédiatement par la diversité de forme et de teinte de leur feuillage et qui supportent souvent des fleurs ou des fruits des couleurs les plus différentes. Cette variété d'aspect est encore plus prononcée, si notre vue s'abaisse sur les arbustes ou sur les herbes si diverses qui bordent les lisières des forêts ou qui composent nos prairies, et dont les fleurs plus apparentes offrent presque toutes les teintes du prisme. Enfin, il résulte de cette diversité de structure, que, parmi ces plantes, beaucoup peuvent servir à la nourriture de l'homme ou des animaux, et sont même souvent indispensables à leur existence.

La variété d'organisation et d'aspect des végétaux qui couvrent actuellement notre globe se trouve indiquée par le nombre des groupes naturels entre lesquels on peut les répartir. Ces groupes ou familles naturelles sont au nombre de plus de 250, dont 200 environ se rapportent à la classe des dicotylédones, qui présente, par conséquent, les plus grandes variations de structure, et trente à celle des monocotylédones. Or, la première de ces classes, c'est-à-dire les deux cents familles qu'elle renferme, manque complétement

dans notre flore primitive, et à peine si l'on y trouve quelques indices des monocotylédones (1).

---

(1) On a élevé des doutes sur cette absence complète ou presque complète des Phanérogames dicotylédones et monocotylédones pendant la période houillère, d'abord, en considérant quelques-uns des végétaux de ces terrains, les Sigillaires, par exemple, comme pouvant appartenir à cette classe, ensuite en cherchant a prouver que des végétaux dicotylédones auraient pu exister à cette époque et s'être *tous* détruits, sans qu'aucun de leurs débris fût parvenu jusqu'à nous. La première objection me paraît levée par une étude attentive de la structure des tiges du terrain houiller; structure qui est incompatible avec le mode de développement des Dicotylédones ou Exogènes, et qui est au contraire tout à fait en rapport avec celui des Cryptogames vasculaires ou Acrogènes ; la seconde, fondée essentiellement sur la destruction plus ou moins prompte des feuilles de divers végetaux par la macération dans l'eau, me semble difficile à soutenir au milieu des faits nombreux, *sans exception*, qui viennent prouver l'absence complète des végétaux de cette classe. Comment, en effet, concevoir que les feuilles de Dicotylédones, qui se sont si bien conservées dans les couches de nature si diverse des terrains tertiaires, lorsqu'elles ont souvent été évidemment transportées au loin par des eaux douces ou salées, pour se déposer au milieu des restes des animaux qui vivaient dans ces eaux ; comment concevoir, dis-je, qu'aucune feuille de cette classe n'ait laissé de trace de son existence dans les terrains houillers, dans lesquels la parfaite conservation des Fougères les plus délicates *avec leur fructification*, qui tombe si facilement par la macération, prouve qu'il n'y a pas eu de séjour prolongé de ces feuilles dans l'eau; comment concevoir aussi, dans ce cas, l'absence de véritable bois de Dicotylédones vasculaires dans ces mêmes terrains, où l'on trouve des bois de Lycopodiacées et de Conifères? S'il existait alors des Dicotylédones, il faudrait supposer que cette classe était réduite à des espèces molles et herbacées, ce qui ne serait nullement en rapport avec le climat probable de cette époque. Il paraît bien plus naturel, pans ce terrain particulièrement, de juger ce qui existait par ce qui nous

La classe qui presque à elle seule constitue la végétation de ce monde primitif, est celle des cryptogames vasculaires qui ne comprend actuellement que cinq familles dont les principales ont des représentants dans l'ancien monde : telles sont les Fougères, les Prêles et les Lycopodes. Ces familles sont, pour ainsi dire, le premier degré de la végétation ligneuse : les végétaux qu'elles comprennent présentent, comme les arbres dicotylédones ou monocotylédones, des tiges plus ou moins développées, d'une texture solide, quoique plus simple que celle de ces arbres, et garnies de feuilles nombreuses; mais ils sont privés de ces organes reproducteurs qui constituent les fleurs, et ne présentent au lieu de fruit que des organes beaucoup moins compliqués.

Ces plantes si simples et si peu variées dans leur organisation, et qui n'occupent plus par leur nombre et leur dimension qu'un rang bien inférieur dans notre végétation actuelle, constituaient, dans les premiers temps de la création des êtres organisés, la presque totalité du règne végétal, et formaient d'immenses forêts qui n'ont plus d'analogue dans notre création moderne. La rigidité des feuilles de ces végétaux, l'absence de fruits charnus et de graines farineuses les auraient rendus bien peu propres à servir d'aliments aux animaux; mais les animaux terrestres n'existaient pas encore, les mers seules offraient de nombreux habitants, et le règne végétal régnait alors sans partage à la surface découverte de

---

a été transmis à l'état fossile, surtout lorsqu'on voit que cette végétation primitive et celles qui ont successivement habité la surface de la terre, forment un enchaînement si remarquable du simple au composé; enchaînement qui se retrouve également dans le règne animal.

la terre, sur laquelle il semblait appelé à jouer un autre rôle dans l'économie générale de la nature.

On ne saurait, en effet, douter que la masse immense de carbone accumulée dans le sein de la terre à l'état de houille, et provenant de la destruction des végétaux qui croissaient, à cette époque reculée, sur la surface du globe, n'ait été puisée par eux dans l'acide carbonique de l'atmosphère, seule forme sous laquelle le carbone, ne provenant pas de la destruction d'êtres organisés préexistants, puisse être absorbé par une plante. Or, une proportion, même assez faible, d'acide carbonique dans l'atmosphère est généralement un obstacle à l'existence des animaux, et surtout des animaux les plus parfaits, tels que les mammifères et les oiseaux; cette proportion, au contraire, est très-favorable à l'accroissement des végétaux; et si l'on admet qu'il existait une plus grande quantité de ce gaz dans l'atmosphère primitive du globe que dans notre atmosphère actuelle, on peut le considérer comme une des causes principales de la puissante végétation de ces temps reculés.

Cet ensemble de végétaux si simples, si uniformes, qui auraient été si peu propres, par conséquent, à fournir des matériaux à l'alimentation d'animaux de structure très-diverse, tels que ceux qui existent maintenant, aurait, en purifiant l'air de l'acide carbonique en excès qu'il contenait alors, préparé les conditions nécessaires à une création plus variée; et si nous voulions nous laisser aller à ce sentiment d'orgueil qui a quelquefois fait penser à l'homme que tout dans la nature avait été créé à son intention, nous pourrions supposer que cette première création végétale, qui a précédé de tant de siècles l'apparition de l'homme sur la terre, aurait

eu pour but de préparer les conditions atmosphériques nécessaires à son existence, et d'accumuler ces immenses masses de combustible que son industrie devait plus tard mettre à profit.

Mais indépendamment de cette différence dans la nature de l'atmosphère, que la formation de ces vastes dépôts de charbon fossile rend extrêmement vraisemblable, la nature des végétaux mêmes qui les ont produits ne peut-elle pas nous fournir quelques données sur les autres conditions physiques auxquelles la surface de la terre était soumise pendant cette période ?

Ce qui a lieu encore dans les diverses régions du globe peut jeter quelque jour sur cette question.

L'étude de la distribution géographique des plantes appartenant aux mêmes familles qui composaient seules la végétation de la période houillère, peut, en effet, nous indiquer les conditions climatériques, et, par conséquent, les causes physiques qui favorisent soit l'accroissement de taille, soit la plus grande fréquence de ces végétaux, et nous pourrons en conclure avec beaucoup de probabilité que les mêmes causes ont dû déterminer leur prépondérance à cette époque.

Nous voyons, par exemple, que les Fougères, les Prêles et les Lycopodiacées atteignent une taille d'autant plus élevée qu'elles croissent dans des régions plus rapprochées de l'équateur. Ainsi ce n'est que dans les parties les plus chaudes du globe que se trouvent ces Fougères arborescentes qui joignent au port élancé et majestueux des Palmiers le feuillage élégant des Fougères ordinaires, et dont nous avons signalé l'existence dans le terrain houiller. Dans ces mêmes

régions, les Prêles et les Lycopodes atteignent une taille double ou triple de celle que présentent les espèces les plus grandes des climats tempérés.

Une seconde condition paraît avoir une influence encore plus marquée sur leur prépondérance par rapport aux végétaux des autres familles, c'est l'humidité et l'uniformité du climat; conditions qui se trouvent réunies au plus haut degré dans les petites îles éloignées des continents.

Dans ces îles, en effet, l'étendue des mers environnantes détermine une température peu variable et une humidité constante, qui paraît favoriser d'une manière remarquable le développement et la variété des formes spécifiques, parmi les Fougères et les plantes analogues, tandis qu'au contraire, sous l'influence de ces mêmes conditions, les végétaux phanérogames sont peu variés et beaucoup moins nombreux. Il en résulte que, tandis que, dans les grands continents, les plantes cryptogames vasculaires, telles que les Fougères, les Lycopodes, les Prêles, etc., forment souvent à peine un cinquantième du nombre total des végétaux, dans les petites îles des régions équinoxiales, ces mêmes plantes constituent presque la moitié et même quelquefois jusqu'aux deux tiers de la totalité des végétaux qui les habitent.

Les archipels situés entre les tropiques, tels que les îles du grand océan Pacifique ou les Antilles, sont donc les points du globe qui présentent actuellement la végétation la plus analogue à celle qui existait sur la terre, lorsque le règne végétal a commencé pour la première fois à s'y développer.

L'étude des végétaux qui accompagnent les couches de houille doit, par conséquent, nous porter à penser qu'à cette époque reculée la surface de la terre, dans les con-

trées où se trouvent ceux de ces vastes dépôts de charbon fossile qui sont le mieux connus, c'est-à-dire dans l'Europe et l'Amérique septentrionale, offrait les mêmes conditions climatériques qui existent maintenant dans les archipels des régions équinoxiales, et probablement une configuration géographique peu différente.

Quand on considère le nombre et l'épaisseur des couches qui constituent la plupart des terrains de houille; quand on examine les changements qui se sont opérés dans les formes spécifiques des végétaux qui leur ont donné naissance, depuis les premières jusqu'aux dernières, on est obligé de reconnaître que cette grande végétation primitive a dû couvrir pendant longtemps de ses épaisses forêts toutes les parties du globe qui s'élevaient au-dessus du niveau des mers; car elle se présente avec les mêmes caractères en Europe et en Amérique; et l'Asie équatoriale, ainsi que la Nouvelle-Hollande, sembleraient même avoir participé alors à cette uniformité générale de structure des végétaux.

Cependant cette première création végétale devait bientôt disparaître pour faire place à une autre création composée d'êtres d'une organisation moins extraordinaire que les précédents, mais presque aussi différents encore de ceux que nous voyons actuellement.

A quelles causes peut-on attribuer la destruction de toutes les plantes qui caractérisent cette végétation remarquable?

Est-ce à une violente révolution du globe? Est-ce au changement lent des conditions physiques nécessaires à leur existence, changement qui pourrait être dû en partie à la présence même de ces végétaux? C'est ce qu'on ne saurait déterminer dans l'état actuel de nos connaissances.

Toutefois il est presque certain que le dépôt des dernières couches des terrains houillers a été suivi de la destruction de toutes les espèces qui constituaient cette végétation primitive, et particulièrement de ces arbres gigantesques d'une structure si singulière, de ces Lycopodiacées, de ces Fougères, de ces Prêles arborescentes, caractère essentiel de cette première création (1).

Après la destruction de cette puissante végétation primitive, le règne végétal paraît pendant longtemps n'avoir pas atteint le même degré de développement. Presque jamais, en effet, dans les nombreuses couches des terrains secondaires qui succèdent au terrain houiller, on ne trouve de ces masses d'empreintes végétales, sortes d'herbiers naturels qui, dans ces anciens dépôts de charbon, nous attestent l'existence simultanée d'un nombre prodigieux de plantes. Presque nulle part on ne voit, dans ces terrains, de couches puissantes de combustible fossile; et jamais ces couches ne se répètent un grand nombre de fois et n'ont une grande étendue comme dans les dépôts houillers; soit qu'en effet le règne végétal n'occupât que des espaces plus circonscrits de la surface terrestre, soit que ses individus épars ne couvrissent qu'incomplétement un sol peu fertile et dont les révolutions du

(1) On retrouve encore dans quelques parties des terrains secondaires un petit nombre de Fougères arborescentes et des Prêles gigantesques, mais cependant d'une taille beaucoup moins considérable que celle des terrains houillers, mais on n'y rencontre aucune trace de Lycopodiacées arborescentes analognes aux Lépidodendrons; ces végétaux, ainsi que les *Stigmaria* et les *Sigillaria*, paraissent avoir complétement disparu de la surface de la terre depuis la fin des terrains houillers.

globe ne leur auraient pas permis de devenir tranquilles possesseurs, soit, enfin, que les conditions dans lesquelles la surface de la terre se trouvait n'aient pas été favorables à la conservation des végétaux qui l'habitaient (1).

Cependant, cette longue période qui sépare les formations houillères des terrains tertiaires, période qui fut le théâtre de tant de révolutions physiques du globe, et qui vit apparaître au milieu des mers ces reptiles gigantesques, types d'organisations bizarres, dans lesquels on croirait souvent reconnaître ces monstres enfantés par l'imagination des poëtes de l'antiquité, cette période, dis-je, est remarquable dans l'histoire du règne végétal par la prépondérance de

---

(1) Il est très-probable que le petit nombre de végétaux que nous connaissons dans ces terrains dépend, en partie au moins, des circonstances géologiques qui ont présidé à leur formation.

En effet, presque tous les terrains secondaires compris entre les dépôts houillers et la craie, s'étant déposés dans la mer et ne renfermant en végétaux terrestres que ceux qui avaient été transportés et dispersés au milieu de cette masse énorme de liquide, beaucoup d'entre eux peuvent avoir été détruits ou sont tellement dispersés, que ce n'est que par un extrême hasard qu'on peut les rencontrer. Aussi n'en trouve-t-on généralement que dans quelques localités où des circonstances spéciales ont fait affluer davantage ces débris. Les endroits, en petit nombre, où des dépôts de charbon fossile se sont formés dans ces terrains, ont été spécialement favorisés sous ce rapport; car les mêmes causes qui y accumulaient les tiges, origine de ces couches de charbon, y ont apporté des fragments nombreux de feuilles ou de fruits. Aussi là, comme dans les terrains houillers, la flore locale devient très-riche, et il est probable que, si ces circonstances s'étaient répétées plus souvent, nous aurions une connaissance bien plus complète de la végétation de ces périodes secondaires.

deux familles qui se perdent, pour ainsi dire, au milieu de l'immense variété de végétaux dont est couverte aujourd'hui la surface de la terre, mais qui alors dominaient toutes les autres par leur nombre et leur grandeur. Ce sont les Conifères, qui, sous des formes très-diverses, habitent encore presque toutes les régions du globe et les Cycadées, végétaux tous exotiques, moins nombreux dans notre monde actuel qu'à cette époque reculée, et qui joignent au feuillage et au port des Palmiers, la structure essentielle des Conifères. L'existence de ces deux familles, pendant cette période, est d'autant plus importante à signaler, qu'intimement liées entre elles par leur organisation, elles forment le chaînon intermédiaire entre les cryptogames vasculaires qui composaient presque seules la végétation primitive de la période houillère, et les phanérogames dicotylédones proprement dites, qui forment la majorité du règne végétal pendant la période tertiaire (1).

---

(1) Je n'ai pu ici que signaler le caractère le plus remarquable des diverses créations végétales qui se sont succédé à la surface du globe, depuis la destruction de la végétation primitive jusqu'à celle si différente des terrains tertiaires; ce caractère est sans aucun doute la présence des deux familles des Cycadées et des Conifères, dont la première manque également dans les terrains houillers et dans les terrains tertiaires de nos climats, et dont la seconde, rare à la première époque, s'est continuée pendant la dernière, comme dans les temps actuels, mais sous des formes très-différentes : mais indépendamment de ce caractère positif, cette longue période est encore signalée par un double caractère négatif; l'absence des Lépidodendrons, des Stigmaria, des Sigillaria, et de la famille entière des Astérophyllées (*Asterophyllites*, *Annularia*, *Sphenophyllum*, etc.), qui la distingue de la végé-

Ainsi, aux cryptogames vasculaires, premier degré de l'organisation ligneuse, succèdent les Conifères et les Cyca-

---

tation primitive, et l'absence des vraies Dicotylédones vasculaires, qui ne commencent qu'aux terrains tertiaires, ou peut-être en petit nombre dès la formation crayeuse. Malgré ce caractère commun à l'ensemble de la végétation pendant toute la période secondaire, chaque époque a eu ses caractères particuliers, que j'ai exposés plus en détail dans mon *Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles*. Ces caractères n'ont subi que de bien légers changements depuis la publication de cet ouvrage; ils ont au contraire été généralement confirmés et complétés par les découvertes récentes; ainsi l'époque du grés bigarré est toujours caractérisée par plusieurs Fougères toutes spéciales, *Anomopteris*, *Nevropteris Voltzii* et espèces voisines, *Filicites Scolopendrioides*, Fougères qui probablement devraient constituer trois genres propres à ce terrain, par ses Conifères du genre Voltzia, qui se sont enrichies de plusieurs espèces nouvelles et par l'absence des Cycadées: le Keuper et le grés du Lias présentent les premières Cycadées formant les genres si remarquables des *Pterophyllum* et des *Nilsonia*, quelques Conifères mal connues et des Fougères assez nombreuses, parmi lesquelles on remarque celles qui constituent le genre *Clathropteris*, tout à fait propre à cette époque, qui se lie à la suivante par l'existence de véritables *Equisetum* gigantesques. La formation oolithique, plus riche en espèces, par suite, peut-être, des circonstances dans lesquelles quelques-unes des couches de ce terrain se sont formées, nous présente un grand nombre de Fougères parmi lesquelles peu cependant ont des formes très-insolites; quelques Conifères spéciales, et surtout de nombreuses Cycadées analogues, par leur feuillage, aux *Zamia* de notre époque, mais plus fréquentes alors dans quelques points de l'Europe qu'elles ne le sont actuellement sur la terre tout entière. Ces mêmes familles, les Équisetacées, les Fougères, les Conifères et les Cycadées, jointes à quelques monocotylédones mal connus jusqu'à présent, sont encore les seules plantes qu'on trouve dans les couches qui terminent la série oolithique, dans le sud de

dées qui tiennent un rang plus élevé dans l'échelle des végétaux, et à celles-ci succèdent les plantes dicotylédones qui en occupent le sommet.

Dans le règne végétal, comme dans le règne animal, il y a donc eu un perfectionnement graduel dans l'organisation des êtres qui ont successivement vécu sur notre globe, depuis ceux qui les premiers ont apparu à sa surface, jusqu'à ceux qui l'habitent actuellement.

La période tertiaire, pendant laquelle se déposèrent les

---

l'Angleterre, comme le prouvent les nombreuses recherches de M. Mantell sur les fossiles du grès de Tilgate. Jamais, dans aucune de ces couches, on n'a trouvé ni feuille, ni bois, ni fruit, qu'on puisse rapporter avec certitude à une famille de plantes dicotylédones vasculaires. Tous les bois d'apparence dicotylédone sont des bois de Conifères; toutes les feuilles ressemblant à celles de ces végétaux, sont des feuilles de Fougères de forme plus ou moins anomales, mais dont on retrouve cependant des analogues parmi les Fougères vivantes. En Allemagne seulement, dans des couches qu'on rapporte à la craie inférieure, à Niederschöna près Freyberg, on a trouvé des empreintes de feuilles assez nombreuses qu'on est tenté de considérer comme dicotylédones; cependant la plupart de celles dont les nervures sont bien conservées, paraissent encore n'être que des feuilles de Fougères un peu différentes des formes les plus vulgaires de cette famille. Ce n'est toutefois que dans ces dernières couches de la période secondaire que la présence des plantes dicotylédones devient problématique; avant cette époque je ne connais pas une seule plante qu'on puisse considérer avec quelque probabilité comme appartenant à cette grande classe. Les fossiles de ces couches de la craie inférieure, et surtout de cette localité de Niederschöna, méritent donc un examen tout spécial, pour résoudre la question importante pour l'histoire du règne végétal de la première apparition de la classe des Dicotylédones.

terrains qui forment maintenant le sol des plus grandes capitales de l'Europe, de Londres, de Paris, de Vienne, vit s'opérer dans le monde organique des transformations plus grandes qu'aucune de celles qui s'étaient effectuées depuis la destruction de la végétation primitive.

Dans le règne animal : création des mammifères (1), classe que tous les naturalistes s'accordent à placer au sommet de l'échelle animale, et par laquelle la nature semblait préluder à la création de l'homme. Dans le règne végétal : création des dicotylédones (2), grande division que d'un consentement unanime les botanistes ont toujours placée en tête de ce règne, et qui, par la variété de ses formes et de son organisation, par la grandeur de ses feuilles, par la beauté de ses fleurs et de ses fruits, devait imprimer à toute la végétation un aspect bien différent de celui qu'elle avait offert jusqu'alors.

Cette classe des dicotylédones, dont on pouvait à peine citer quelques indices douteux dans les derniers temps de la pé-

---

(1) En plaçant ici la première apparition de la classe des mammifères à l'époque des terrains tertiaires, je fais abstraction du fait, unique jusqu'à présent, des petits mammifères fossiles voisins des Sarigues trouvés dans le calcaire oolithique de Stonesfield; ce cas tout à fait exceptionnel ne pouvait trouver place dans un tableau aussi abrégé.

(2) Comme je l'ai fait remarquer dans une des notes précédentes, il serait possible que quelques plantes dicotylédones existassent dès l'époque de la formation de la craie inférieure; mais ce fait fût-il même mis hors de doute, il n'en serait pas moins certain que ce n'est qu'au commencement de la période tertiaire que les dicotylédones dans le règne végétal, et les mammifères dans le règne animal, se sont présentés en grand nombre sur la terre.

riode secondaire, se présente tout à coup, durant la période tertiaire, d'une manière prépondérante. Comme de nos jours, elle domine toutes les autres classes du règne végétal, soit par le nombre et la variété des espèces, soit par la grandeur des individus. Aussi, cet ensemble de végétaux qui habitait nos contrées pendant que les terrains tertiaires se déposaient et enveloppaient ses débris dans leurs couches sédimenteuses, a-t-il les plus grands rapports avec la masse de la végétation actuelle, et plus particulièrement avec la flore des régions tempérées de l'Europe ou de l'Amérique. Le sol de ces contrées était couvert alors, comme à présent, de Pins, de Sapins, de Thuyas, de Peupliers, de Bouleaux, de Charmes, de Noyers, d'Érables, et d'autres arbres presque identiques avec ceux qui croissent encore dans nos climats (1).

Ainsi, non-seulement on n'y retrouve aucun indice de ces

---

(1) L'analogie des végétaux fossiles des terrains tertiaires avec les arbres qui constituent les forêts de l'Amérique septentrionale est surtout remarquable. Il est vrai que les genres que je viens de citer, à l'exception des Thuya, sont connus à l'Amérique et à l'Europe. Mais le nombre de leurs espèces dans le premier de ces pays est beaucoup plus considérable, en général, que dans le second; en outre, les espèces fossiles ont une analogie bien plus marquée avec les espèces américaines qu'avec les espèces européennes, et plusieurs d'entre elles sont peut-être identiques avec les premières. Nous pouvons en citer quelques exemples : qu'on examine les *Pinus* fossiles, on verra qu'il existe deux espèces dont les feuilles sont connues; l'une, à feuilles réunies cinq par cinq, diffère complétement de la seule espèce européenne qui ait ce caractère (*Pinus Cembro*), et se rapproche davantage du *Pinus Strobus* de l'Amérique du Nord; l'autre a les feuilles ternées, caractère propre à plusieurs espèces américaines, et qui ne se retrouve dans aucune espèce européenne; mais on ne saurait se prononcer sur ces analo-

végétaux singuliers qui caractérisaient les forêts primitives de la période houillère, mais on n'y rencontre même que rarement quelques fragments de plantes analogues à celles qui vivent actuellement entre les tropiques.

Il ne faut pas croire cependant que les mêmes formes végétales se soient perpétuées, depuis cette époque encore bien reculée, puisqu'elle précédait l'existence de l'homme,

---

gies, tant que les espèces asiatiques et celles de la Californie ne nous seront pas mieux connues.

Le genre *Juglans* nous fournit un second exemple plus positif. L'Europe ne produit que le *Juglans regia*, et seulement dans sa partie la plus orientale, près des bords de la mer Noire; l'Amérique en nourrit au contraire un grand nombre d'espèces. A l'état fossile on en trouve en Europe quatre ou cinq espèces; l'une d'elles, des terrains tertiaires du val d'Arno, ne me paraît différer en rien du *Juglans cinerea* des États-Unis, l'autre des environs de Turin est presque identique avec le *Juglans nigra* des mêmes contrées; enfin, deux espèces des lignites d'Allemagne ont la plus grande analogie avec les *Juglans alba* et *porcina*, également propres à l'Amérique septentrionale.

Ces rapports entre les végétaux fossiles des terrains tertiaires de l'Europe et les végétaux qui existent encore en Amérique annonceraient-ils un transport de ces fruits, et même de ces feuilles de l'Amérique jusqu'en Europe? Ou pourraient-ils faire supposer que la végétation qui a persisté en Amérique couvrait anciennement l'Europe elle-même, soumise peut-être à cette époque à un climat analogue à celui des régions Atlantiques de l'Amérique du Nord? Une comparaison exacte des fossiles des terrains tertiaires, et surtout des feuilles, beaucoup moins susceptibles d'un long transport, pourra peut-être éclaircir cette question; mais ces comparaisons exigent des échantillons très-complets et bien conservés, qui sont rares dans les collections.

jusqu'à nos jours. Non, des différences très-sensibles distinguent presque toujours ces habitants de notre globe, bien récents géologiquement, mais bien anciens chronologiquement, des végétaux contemporains des mêmes contrées auprès desquels on peut les ranger; et l'existence dans ces mêmes terrains, jusque vers le nord de la France, de quelques Palmiers, très-différents de ceux qui croissent encore sur les bords la mer Méditerranée, et d'un petit nombre d'autres plantes qui appartiennent à des familles actuellement limitées à des régions plus chaudes, semble indiquer qu'à cette époque l'Europe moyenne jouissait d'une température un peu plus élevée qu'à présent; résultat qui s'accorde du reste parfaitement avec celui qu'on peut déduire de la présence dans ces mêmes terrains, et dans les mêmes contrées, d'Éléphants, de Rhinocéros et d'Hippopotames, animaux qui maintenant s'étendent rarement au delà des tropiques.

Quel étonnant contraste entre l'aspect de la nature pendant les dernières périodes géologiques, et celui qu'elle offrait lorsque la végétation primitive couvrait la surface du globe!

En effet, dans les derniers temps de l'histoire géologique du monde, la terre avait déjà pris, en grande partie du moins, la forme qu'elle conserve encore de nos jours; des continents assez étendus, des montagnes déjà très-élevées déterminaient des climats variés et favorisaient ainsi la diversité des êtres. Aussi, dans une contrée peu étendue, le règne végétal nous offre-t-il des plantes aussi différentes les unes des autres qu'à présent.

Aux Conifères à feuilles étroites, dures et d'un vert sombre, se joignaient les Bouleaux, les Peupliers, les Noyers et

les Érables au feuillage large et d'un beau vert ; à l'ombre de ces arbres, sur les bords des eaux ou à leur surface, croissaient des plantes herbacées analogues à celles qui encore actuellement embellissent nos campagnes par la diversité de leurs formes et de leurs couleurs, et que leur variété même rendait propres à satisfaire les goûts si différents d'une infinité d'animaux de toutes les classes.

Ces forêts de l'ancien monde, comme celles de notre époque, servaient en effet de refuge à un grand nombre d'animaux plus ou moins analogues à ceux qui vivent encore sur notre globe. Ainsi, des Éléphants, des Rhinocéros, des Sangliers, des Ours, des Lions, des Cerfs de toutes les formes et de toutes les tailles, les ont successivement habitées ; des oiseaux, des reptiles et même des insectes nombreux complètent ce tableau de la nature telle qu'elle se présentait sur les parties de la terre qui s'élevaient alors au-dessus des eaux ; nature aussi belle et aussi variée que celle que nous voyons encore actuellement sur sa surface.

Au contraire, dans les premiers temps de la création des êtres organisés, la surface terrestre partagée, sans doute, en une infinité d'îles basses et d'un climat très-uniforme était, il est vrai, couverte d'immenses végétaux ; mais ces arbres, peu différents les uns des autres par leur aspect et par la teinte de leur feuillage, dépourvus de fleurs et de ces fruits aux couleurs brillantes qui parent si bien plusieurs de nos grands arbres, devaient imprimer à la végétation une monotonie que n'interrompaient même pas ces petites plantes herbacées qui, par l'élégance de leurs fleurs, font l'ornement de nos bois.

Ajoutez à cela que pas un mammifère, pas un oiseau, qu'aucun animal, en un mot, ne venait animer ces épaisses forêts, et l'on pourra se former une idée assez juste de cette nature primitive, sombre, triste et silencieuse, mais en même temps si imposante par sa grandeur et par le rôle qu'elle a joué dans l'histoire du globe.

NOTICE

SUR

LA CHORÉE

OU

DANSE DE SAINT-GUY,

PAR M. LARREY.

Lue à l'Académie des sciences, le 19 juin 1837.

CETTE notice devait être insérée dans le cinquième volume de ma *Clinique chirurgicale*, faisant suite aux *Lésions de l'encéphale*. Mais un voyage précipité que je fis dans le midi de la France en 1835 par ordre du ministre de la guerre, pour y observer le choléra indien, époque où cet article était à l'impression, me fit perdre de vue ce mémoire, que je me permets aujourd'hui de communiquer à l'Académie, dans la persuasion qu'elle verra avec quelque intérêt les succès que nous avons obtenus de l'emploi de certains moyens inusités, chez plusieurs sujets atteints de cette cruelle maladie, et sur laquelle d'ailleurs on ne trouve, dans les auteurs qui l'ont traitée, que des idées vagues et incohérentes ; et ces idées sont relatives à la chorée spontanée ou essentielle, qu'on a

généralement vu se développer chez les filles, à l'époque du passage de l'enfance à la puberté. En général, tous ces auteurs paraissent vouloir faire dépendre le développement de cette sorte de névrose de la turgescence des organes générateurs, qu'on suppose comprimés par l'engorgement des vaisseaux capillaires qui forment le canevas de ces appareils, ou par le spasme particulier qui s'en empare, lorsque, par de nouvelles causes excitantes ou irritantes, ces organes sont entrés dans un état d'érectilité, et jettent sympathiquement la moelle épinière et tout le système nerveux dans une telle perturbation qu'il en résulte des convulsions générales ou partielles, ou des contorsions plus ou moins violentes, et l'affection paralytique des membres; c'est-à-dire que la puissance motrice n'a d'action, chez ces individus, que pour imprimer à leurs leviers des mouvements par secousses irrégulières, comme dans les danses décomposées des sauvages. Par cette impuissance, ces sujets soutiennent difficilement la position verticale, et ne peuvent retenir avec la main le moindre corps qui leur oppose la plus faible résistance. Les organes de la parole et de la mastication sont lésés dans les mêmes proportions; tous les sens et les facultés intellectuelles éprouvent aussi des aberrations relatives : le sommeil est interrompu par des rêves pénibles et des hallucinations diverses. Le trouble général augmente rapidement, la nutrition se suspend, le sujet maigrit à vue d'œil, il tombe dans un état de stupeur convulsive, et il meurt dans une sorte de strangulation, comme les tétaniques. Tel est le tableau raccourci ou l'esquisse de cette singulière maladie, lorsque l'art ne vient point au secours de la nature. Mais la marche de cette névrose est plus ou moins lente ou accélérée, selon

la gravité des causes qui l'ont produite, l'irritabilité du sujet, etc., etc.

Dans l'idée que cette maladie provient de la turgescence asthénique des viscères abdominaux, et notamment des organes qui servent à la génération, les auteurs ont conseillé les émissions sanguines et les purgatifs à plusieurs reprises. Mais presque toujours le mal résiste à l'emploi de ces moyens, et s'il ne s'opère une révolution spontanée qui débarrasse quelquefois le malade, il est condamné à garder sa maladie, que l'on peut considérer alors aussi comme incurable.

Quelques sujets, desquels nous parlerons incessamment, et que j'avais eu l'occasion de traiter en ville, nous avaient déjà prouvé l'erreur dans laquelle les auteurs étaient restés sur le siége de cette affection, qu'on peut ranger dans la classe des lésions encéphaliques. En effet, elle est le résultat, comme la mélancolie et la nostalgie, dont nous avons parlé (1), d'une altération au cerveau ou à ses annexes, dont les effets se propagent immédiatement sur le système nerveux de la vie de relation.

On reconnaît d'avance la nature et le siége de ces lésions par l'étude des symptômes qui les caractérisent, et par un examen attentif de la tête et de l'épine dorsale de l'individu qui en est atteint. Ce genre d'investigation est facile, lorsqu'aux connaissances anatomiques on joint un peu d'expérience et l'esprit d'observation. C'est surtout la nécropsie des sujets qui ont succombé à ce mal qui doit fixer l'opinion des médecins. Nous rapporterons l'histoire d'un invalide que

(1) Voyez notre *Clinique chirurgicale*, t. III et V.

nous avons eu sous nos yeux, à l'hôtel, affecté d'une chorée traumatique; ensuite nous rendrons compte de l'observation que nous a fournie un autre invalide mort des effets consécutifs de cette maladie, que nous distinguons en traumatique et en celle qui est spontanée, bien que la cause essentielle soit à peu près la même et réside dans les mêmes organes. Elle consiste toujours dans une lésion médiate ou immédiate de l'encéphale ou de ses annexes, y compris les nerfs qui émanent de cet organe. M. le professeur Serres, notre honorable collègue (à l'Institut), a annoncé, dans un temps déjà reculé, à l'Académie royale de médecine, qu'il avait trouvé, sur trois sujets morts de la chorée, les tubercules quadrijumeaux enflammés.

Bien que la chorée traumatique soit nécessairement le résultat d'une blessure, nous supposons que le même caractère existe dans les deux espèces de chorée.

Le sujet le plus remarquable que nous ayons vu frappé de ce mal est un invalide, âgé de quarante-cinq ans, nommé Albert Galet, blessé en Espagne, en 1810, d'un coup de feu, dans l'un des combats que les Français eurent à soutenir contre les troupes de cette nation. La balle, après avoir percé l'épaule gauche de ce soldat, traversa obliquement les muscles dorsaux, coupa le segment postérieur de la septième vertèbre dorsale correspondante, et s'arrêta profondément à la surface des côtes du côté droit, sous l'angle de l'omoplate du même côté, d'où elle ne fut extraite que quatorze ans après l'accident (selon son récit).

Ce blessé paraît avoir eu d'abord tous les symptômes de l'opistotonos, auxquels succédèrent d'une manière graduée ceux d'une vraie chorée ou de la danse de Saint-Guy, et

ils sont devenus de plus en plus intenses. Ce sont des contorsions presque habituelles des quatre membres, à croire qu'ils vont se luxer. La tête elle-même éprouve ces contorsions, et le sujet ne peut prononcer aucune parole, une simple syllabe, sans bégayer. Il est maigre et dans un état général d'atrophie.

On a voulu essayer l'usage des eaux thermales de Bourbonne avant de le soumettre au traitement rationnel que nous croyons indiqué (1). Ce traitement est à peu près le même que celui que nous avons proposé contre les autres maladies de la tête, il est basé sur les saignées révulsives faites avec les ventouses posées le plus près possible du siége de la lésion; et le moxa appliqué avec les précautions indiquées (dans notre *Clinique chirurgicale*), les réfrigérants sur la tête, les bains froids, de légers rubéfiants aux membres inférieurs et un régime mucilagineux. Les antispasmodiques, préconisés par les auteurs, sont plus nuisibles qu'avantageux. Les bains chauds ne sont point indiqués dans ces maladies; ils feraient raréfier les fluides et déterminer l'apoplexie cérébrale ou spinale. Notre traitement sera d'ailleurs développé dans les observations suivantes.

Le deuxième invalide, âgé de soixante-trois ans, et que nous avons eu à peine le temps d'observer avant sa mort à l'hôtel, nous a offert absolument les mêmes phénomènes que Galet. Chez le dernier, c'étaient des contusions à la tête que

(1) L'usage des eaux thermales où cet invalide fut envoyé, contre notre avis, a aggravé son mal, et l'a découragé au point qu'il n'a plus voulu se soumettre à aucun autre traitement.

ce soldat avait reçues à la dernière campagne de France, lesquelles paraissent avoir produit cette névrose, qui s'était développée graduellement, d'abord par des tremblements légers aux membres supérieur et inférieur du côté droit. Mais après quelques années (et il est probable que l'abus des liqueurs alcooliques y avait contribué) ce tremblement envahit les membres du côté opposé et se convertit en contorsions. La tête participait de ces mouvements désordonnés, et les globes des yeux roulaient dans leur orbite. Il bégayait comme Galet, et il était aussi profondément amaigri.

Au mois d'avril 1834, cet invalide fut frappé d'une affection scorbutique et de pneumonie qui le firent périr en peu de jours.

M. Ribes fils, l'un des jeunes médecins sous-aides à l'hôtel, fit, en notre présence, l'autopsie de son corps.

On commença par l'ouverture du crâne. Tous les vaisseaux de ses membranes intérieures étaient fortement injectés. Après avoir coupé longitudinalement l'hémisphère droit du cerveau, on a trouvé à la base de son lobe antérieur, et dans le centre ovale médullaire, un ramollissement de cette substance ayant trois centimètres de largeur, et s'étendant, dans une ligne oblique, vers la paroi externe du ventricule du même côté. On avait remarqué en effet, du vivant du malade, que les contorsions étaient moins violentes du côté opposé, ou que la paralysie s'y manifestait plus sensiblement que dans les membres du même côté. Les ventricules contenaient une assez grande quantité de sérosité rougeâtre; le reste du cerveau était plus dense que dans l'état normal. Les os du crâne avaient acquis le double de l'épaisseur qu'on remarque ordinairement chez tous les sujets de l'âge de cet invalide. Quelques légères dé-

pressions qu'on observait à l'extérieur de la calotte osseuse, et cette altération profonde du lobe cérébral, prouvent que cette chorée reconnaissait pour cause immédiate la lésion des os du crâne, et consécutivement celle qu'on a rencontrée dans le cerveau.

De la Chorée spontanée.

La chorée spontanée ou essentielle reconnaît également, ainsi que nous l'avons dit d'abord, une lésion profonde au cerveau ou dans la moelle épinière, dont les effets s'étendent aux nerfs encéphaliques. Trois sujets que nous avons eu l'occasion de voir en ville confirment la vérité de notre assertion. Nous allons rapporter le précis de leur observation.

Le sujet de la première, âgé de quatorze ans, était la fille d'un ciseleur logé près la place de Grève, et pour laquelle l'un des anciens chirurgiens sous-aides de la grande armée, M. le docteur Ledéchaux, nous fit appeler en consultation. On avait vainement employé contre la danse de St-Guy ou chorée dont elle était frappée depuis douze ou quinze mois, tous les moyens conseillés par les auteurs. Cette affection se bornait néanmoins chez elle aux deux membres du côté droit et à la tête. Mais les contorsions étaient si violentes que l'humérus du bras malade s'était luxé plusieurs fois. Il est vrai que la réduction en était facile. Cette fille avait presque perdu la faculté d'entendre et de parler.

Un examen attentif de la tête et de tout l'appareil extérieur des vertèbres nous fit reconnaître : 1° une exubérance

contre nature du crâne de cette fille, avec élévation sensible de température au vertex, et déviation de l'épine dorsale à droite ; 2° indépendamment des contorsions des membres et de la tête, les globes des yeux éprouvaient des mouvements de rotation sur l'orbite presque continuels, et les pupilles étaient toujours dilatées. Elle avalait difficilement, et son corps, assez petit pour son âge, était profondément amaigri. Les saignées, les purgatifs, l'extrait de quinquina, de belladona, les antispasmodiques les plus forts combinés avec les anodins, et surtout les bains émollients tièdes, avaient été tour à tour mis en usage.

Il est bien évident que le cerveau de cette jeune personne éprouvait une compression excentrique, par une congestion aqueuse ou sanguine dans quelques-uns des points de sa base ou dans ses ventricules ; et tout nous portait à croire que c'était une hydrocéphale ou une collection aqueuse qui existait dans le ventricule gauche, ou peut-être dans les deux ventricules du cerveau. D'après ces idées, nous conseillâmes le traitement suivant :

1° Une saignée à la veine jugulaire, que nous pratiquâmes nous-même ;

2° L'application des ventouses scarifiées à la base du crâne, entre les épaules et sur les côtés du rachis ; quelques bains de pieds sinapisés, et de la glace sur la tête en permanence. On prescrivit aussi un régime mucilagineux et des boissons acidules sucrées, à la glace.

L'emploi de ces premiers moyens ayant produit un changement favorable et prompt chez cette demoiselle, elle fut encouragée, ainsi que ses parents, et l'on put employer avec confiance le remède le plus efficace, le moxa, que nous fîmes

poser à la base du crâne et sur les côtés de la colonne vertébrale.

A la très-grande surprise des médecins consultés, on avait à peine appliqué le dixième moxa que tous les symptômes de la chorée avaient déjà disparu. (On laissait huit ou dix jours d'intervalle entre les applications de ce topique révulsif qu'on posait deux par deux.) Enfin cette jeune fille fut parfaitement guérie au sixième mois de notre traitement. Toutes les fonctions, y compris l'ouïe et la parole, s'étaient rétablies. L'accroissement du sujet se fit avec une grande rapidité, et fit disparaître la difformité de l'épine dorsale. Néanmoins les menstrues ne parurent chez elle qu'à sa dix-septième année révolue.

Peu d'années après nous fûmes également consulté pour une autre demoiselle du Gros-Caillou, âgée de douze ans, d'une petite taille et d'une idiosyncrasie scrofuleuse. La chorée, chez elle, se caractérisait par des contorsions presque habituelles qu'elle éprouvait aux quatre membres, et la tête participait de ces mouvements désordonnés. D'ailleurs cette fille ne pouvait se tenir sur ses jambes ni rien retenir dans ses mains. Elle était constamment couchée et dans un état d'agitation permanent; elle parlait difficilement, et la déglutition se faisait à peine.

Le crâne de cet enfant était hydrocéphalique, les pupilles considérablement dilatées. Il était également facile de voir chez cette malade que le siége du mal était dans le cerveau et dans le prolongement rachidien.

Nous conseillâmes le même traitement qu'on avait employé avec tant de succès pour le sujet de l'observation précédente. Je pratiquai moi-même la saignée à la jugulaire, à laquelle

nous fîmes succéder les ventouses mouchetées, la glace sur la tête, de la moutarde aux pieds ; et successivement le moxa, qu'on posa à la base du crâne et sur les côtés de l'épine dorsale.

Après l'application du seizième moxa, cette demoiselle fut en pleine convalescence, et elle ne tarda pas à se rétablir. Mais, chose remarquable, c'est qu'après l'application des deux premiers moxas, cette jeune fille se leva spontanément et put marcher sans appui. Nous en fîmes continuer l'usage, et nous établîmes aux deux côtés de la nuque deux cautères qu'elle a gardés l'espace d'une année, bien que tous les symptômes de la chorée fussent entièrement dissipés chez elle au cinquième mois du traitement prescrit. Cette demoiselle a peu grandi, mais elle a acquis de l'embonpoint, et ses menstrues ont paru à sa quatorzième année révolue.

La dernière jeune personne que nous avons vue affectée de cette maladie, portée au plus haut degré, est la fille d'un invalide concierge de la buanderie de l'hôtel, au Gros-Caillou. Elle se nomme Stéphanie P***, âgée de treize ans, d'une constitution lymphatique. Le crâne était très-volumineux chez elle ; et, depuis sa naissance, elle n'avait cessé d'éprouver des affections qui caractérisent cette idiosyncrasie strumeuse, telles que maux de tête ou céphalées, suivies de vomissements, de convulsions, et souvent de leuchorée. Elle avait une tendance continuelle au sommeil, et sa marche était presque toujours chancelante. Elle avait été placée chez une dame repasseuse de linge fin, pour en apprendre le métier ; mais la vapeur du charbon, qu'elle ne pouvait éviter, fit développer chez elle, en très-peu de temps, une chorée tellement intense que sa tête et tous ses membres étaient dans

un état de convulsion presque permanent et de paralysie. Les yeux ne cessaient de rouler dans leur orbite, et ne percevaient presque plus la lumière; la bouche était contournée et la parole entrecoupée ou nulle, la déglutition très-difficile, et cette infortunée ne pouvait d'elle-même lever sa tête de dessus l'oreiller de son lit. Les mouvements ou les contorsions de ses membres étaient si violents qu'on était obligé de les fixer avec des liens. Le pouls était petit et nerveux, et cette malade, entièrement privée du sommeil, était dans une anxiété inexprimable et non interrompue. Enfin on désespérait de la conservation de cette jeune personne, que les médecins appelés les premiers auprès d'elle avaient abandonnée, en invitant les parents, d'ailleurs sans fortune, à la faire transporter à l'hôpital.

Lorsque je la vis pour la première fois, c'était en avril 1833; je n'entrevoyais en effet aucune ressource qui pût la sortir du danger imminent où elle était. Cependant, pressé par les instances des parents et le conseil de quelques médecins qui virent cette malade avec moi, et entre autres M. le docteur Ribes, nous nous décidâmes à essayer les moyens qui nous avaient si bien réussi chez les deux autres demoiselles.

Après l'avoir examinée attentivement, et après avoir pris la mesure de son crâne, dont la grosseur surpassait de beaucoup celle qu'il aurait dû avoir dans l'état normal, nous commençâmes par ouvrir la veine jugulaire. Cette saignée, de huit ou dix onces, fit presque tout à coup suspendre la rotation des yeux de la malade, lui rendit la lumière, et donna plus de facilité à la prononciation.

Nous fîmes raser toute la tête, et, du même moment, nous

la fîmes couvrir de glace contenue dans une vessie. On mit des cataplasmes de moutarde aux pieds. Nous prescrivîmes de l'eau de poulet et des boissons mucilagineuses à la glace, telles que l'eau de chiendent coupée avec du lait, etc.

Après les premières vingt-quatre heures, on passa à l'application des ventouses mouchetées posées à la nuque et sur les côtés du rachis, auxquelles on fit succéder le moxa appliqué aux mêmes régions.

Les premiers de ces topiques révulsifs, posés à la base du crâne, produisirent des effets merveilleux. Tous les symptômes se calmèrent comme par enchantement, les facultés se rétablirent très-sensiblement, et cette demoiselle commençait à se promener. On continua l'usage de la glace et des autres moyens. Nous y joignîmes des bains froids répétés fréquemment.

Comme nous avions lieu de croire à l'existence, chez elle, d'un principe morbifique héréditaire, et qu'on pouvait avec raison le considérer comme l'une des causes prédisposantes de la maladie, nous ajoutâmes à notre traitement révulsif une médication appropriée.

Les moxas furent portés jusqu'au vingt-unième, et nous avons fait conserver longtemps deux exutoires à la base du crâne. Enfin, après huit ou dix mois de soins, cette demoiselle s'est trouvée parfaitement guérie; elle a grandi d'environ douze centimètres dans l'espace de deux années. Aujourd'hui elle est forte et bien portante (1).

---

(1) Aujourd'hui, 19 juin 1837, cette personne, jouissant de toutes ses fonctions, a été présentée à l'Académie.

La mesure qu'on avait prise de la tête de cette demoiselle prouve que le crâne s'est réduit de plus d'un centimètre et demi dans sa circonférence. Assurément cette cure est une des plus remarquables qu'on ait observées dans ce genre d'affection, dont le siége était évidemment dans le cerveau; c'était probablement l'hydropisie des ventricules qui l'avait produite.

D'après ces faits, nous pensons qu'on ne mettra plus de doute sur la possibilité de la réduction de la cavité du crâne dans les cas analogues; sur la nature et le vrai siége de cette maladie; non plus que sur l'efficacité du traitement que nous proposons, et que nous avons employé avec un si grand succès.

NOUVELLES RÉFLEXIONS

SUR

LA MANIÈRE

DONT LA NATURE PROCÈDE A L'OCCLUSION OU A LA CICATRISATION DES PLAIES DE LA TÊTE, AVEC PERTE DE SUBSTANCE AUX OS DU CRANE.

PAR M. LARREY.

Lues à l'Académie des sciences, le 2 et 8 janvier 1838.

(Pour faire suite au mémoire que nous avons communiqué à l'Académie en 1834, sur les effets consécutifs de ces plaies. Voyez le 14^e^ volume de ses mémoires.)

Tous les anatomistes ont reconnu que les os et les chairs sont unis entre eux par une continuité de vaisseaux élémentaires qui les mettent réciproquement en communication, en leur donnant une trame commune; et, par ce moyen, la nature maintient tous nos organes en harmonie, et les fait conspirer à une même fin, la vie de l'individu. La disposition particulière et la marche qu'elle a su imprimer à ces vaisseaux font distinguer chaque partie ou chaque organe, et leur donnent une vie propre, en parti-

cipant à la vie générale. En effet, les travaux de Malpighi, d'Albinus (1), de Ruysch, de Scarpa, de Proschaska, de Sœmmering et de plusieurs autres grands anatomistes, ont prouvé que la trame primordiale de tous les organes était réellement *vasculaire*. Le crâne de l'embryon, par exemple, se présente, comme le savent tous les physiologistes, sous la forme d'une vessie qu'il est aisé de distendre par l'insufflation : à cette époque, les rudiments de cette boîte osseuse sont cachés dans une membrane vasculaire dont la texture est si inextricable, que l'œil et le scalpel du plus habile anatomiste ne sauraient y démêler aucune des parties qui le forment. Tout est en quelque sorte confondu pour nos sens, mais tout est distinct pour la nature. Cependant les vaisseaux se développent et se manifestent par des lignes ou linéaments rougeâtres à chacun des principaux points saillants de la tête, tels que les bosses frontales, pariétales et occipitales. Ces vaisseaux, en transmettant dans ce canevas membraneux la partie rouge du sang, y charrient aussi le phosphate calcaire. Cette circulation artérielle s'étend ensuite de proche en proche, par un travail divergent d'expansion des centres que nous venons d'indiquer, vers la circonférence de chacun des os qui doivent former le crâne, ou mieux des principales artères nutricières vers les branches et rameaux qu'elles fournissent dans leur marche divergente à travers ce tissu membraneux. Enfin, des fibres rayonnées se dé-

(1) Voyez surtout les belles planches de ce grand anatomiste « *Ossium fœtus humani.* »

tachent successivement de la circonférence de ces noyaux osseux, et cherchent à se rencontrer dans les espaces qui séparent dans le premier temps ces os pour produire les sutures, dans lesquelles on trouve souvent de petites pièces séparées connues sous le nom d'os wormieux, qui sont également le produit de vaisseaux particuliers provenant des artérioles les plus voisines, développées séparément; mais, par la suite ou dans la vieillesse, la continuité de ce travail osseux d'organisation les unit aux autres os, et fait effacer les sutures.

Contre ces vérités physiologiques, devancées, au reste, par les idées lumineuses d'Hippocrate, on avait pensé dans le XVI^e^ siècle, et c'est encore l'opinion de quelques anatomistes modernes, que les os du crâne passaient par deux états distincts, l'un de *glu* ou lymphe coagulable, et l'autre de *cartilage*. Le premier, selon ces physiologistes, était produit par l'épanchement de ce *suc* qui s'était répandu uniformément entre le péricrâne et la dure-mère, se moulant sur l'organe cérébral, et produisait le cartilage qui se convertissait ensuite en plusieurs os. Spigellius surtout (1), quoique grand anatomiste, comparait le phénomène de cette transmutation à celui de la congélation des liquides qui se cristallisent en convergeant de la circonférence au centre, bien que l'ossification procède en sens inverse du centre à la circonférence du tronc de l'artère nutricière vers ses branches. Mais, en définitive, il n'y a aucune analogie entre ces deux opérations de la nature.

Les phénomènes de l'ostéogénie indiquent, au contraire,

(1) Voyez *Adriani Spigellii deformatio fœtus.*

que les vaisseaux transportent avec les globules rouges du sang les molécules du phosphate calcaire, en se dirigeant toujours des points où les artères nutritives pénètrent vers les bords des os du crâne ou dans la direction des rameaux qui partent de ces premières branches ; et la nature procède de la même manière à la formation des autres os.

Les injections fines ne laissent aucun doute sur ce mode d'organisation, et même sans ce moyen les vaisseaux se manifestent et se découvrent d'une manière très-évidente dans les coupes ou la rugination de l'os sur le vivant, sous l'influence de l'inflammation, et ils sont surtout sensibles et très-nombreux dans le tissu spongieux des os. Hippocrate lui-même connaissait parfaitement ceux qu'on remarque en grande quantité dans la substance diploïque des os du crâne (1).

Lors de l'épidémie du choléra indien que j'ai observé et suivi à l'hôtel royal des Invalides en 1832, les os de plusieurs de ces vétérans, à la vérité peu avancés en âge, qui avaient succombé à cette maladie, étaient injectés comme ceux des jeunes animaux qu'on a nourris avec des aliments sursaturés de suc de garance. On en retrouve encore la trace dans ceux que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie ; d'ailleurs ces os sont représentés sur les planches qui font suite à notre mémoire sur cette épidémie (2).

---

(1) Voyez l'article *Plaies de la tête* dans les œuvres de ce grand homme, traduites par le professeur Gardeil, de l'université de Toulouse, t. II, p. 38.

(2) Voyez la planche relative à cette maladie, dans le quatrième volume de ma *Clinique chirurgicale.*

La pathologie chirurgicale nous a fait connaître que la nature procède comme dans la formation et le développement des os du crâne, et par les mêmes lois, à la clôture ou à la cicatrisation des ouvertures ou des plaies avec perte de substance plus ou moins considérable aux parois de cette boîte osseuse. Il est vrai que nous avions pu apprécier ce travail spontané dans cette occlusion, par les phénomènes que nous avions déjà observés chez un grand nombre de blessés, soit aux armées, soit dans les hôpitaux militaires, y compris l'hôtel des Invalides. Le résultat de mes recherches, dans ce dernier théâtre, relatives à cet objet, est tracé dans le 5^e^ volume de l'ouvrage précité. Enfin nous croyons être parvenu à la solution du problème qui a pour base : 1° le ramollissement des bords de l'ouverture du crâne par l'effet de l'inflammation traumatique des parties molles ambiantes du tissu osseux lui-même, et l'exfoliation sensible ou insensible des portions nécrosées des bords de cette ouverture ; 2° le développement des vaisseaux propres de ces mêmes bords osseux ; 3° leur adhérence mutuelle, ou leur contact immédiat, ou leur soudure, lorsqu'ils peuvent parcourir l'espace qui les séparait primitivement ; car lorsque cet intervalle est trop considérable, ces vaisseaux ne peuvent se rejoindre, et il reste un vide ou une ouverture d'un diamètre proportionné à la perte de substance, et cette circonstance démontre l'erreur dans laquelle sont tombés les partisans de ceux qui veulent que, dans les plaies des os larges comme dans les fractures des os longs, la soudure ou la réunion de ces os ne peut se faire que par l'épanchement d'un suc glutineux ou lymphe coagulable susceptible de s'ossifier, ou de produire une substance compacte propre à boucher

une ouverture dans les os plats, ou à rétablir, par une espèce de virole, la continuité dans un os long rompu.

Quelques expériences faites sur les animaux ont paru à plusieurs anatomistes, au premier coup d'œil, faire vérifier ces assertions. Ainsi M. le professeur Dubreuil, de Montpellier, nous dit (1) avoir obtenu tout récemment, chez un chien barbet adulte, par suite d'une trépanation faite au crâne de cet animal, une sorte de bouchon de consistance osseuse, d'une couleur plus blanche que les os eux-mêmes, lequel adhérait, par quelques points de sa surface interne, avec la dure-mère; mais elle était isolée du péricrâne et de la cicatrice dermoïde à l'extérieur. Ce bouchon, selon nous, n'était point une portion d'os organisée, puisque, de l'aveu même de M. Dubreuil, on n'avait aperçu dans son épaisseur aucune trace de vaisseaux.

Nous avons lieu de croire que la fibrine du sang de l'animal accumulé sous la plaie qu'on avait réunie par la suture et les bandelettes adhésives, avait produit une concrétion dans le trou du trépan, que l'inflammation et le travail de la suppuration avaient décolorée, et en avaient fait resserrer les molécules de manière à donner à ce bouchon la blancheur et la consistance d'une portion d'os; mais c'était assurément une concrétion inerte, un corps étranger impropre à former une cicatrice osseuse, ou le cal organique tel que nous le comprenons; et il est bien certain que la nature aurait été obligée d'éliminer ce corps étranger tôt ou tard. Enfin on peut comparer, quant aux effets, l'*opercule endurci* observé par

(1) Voyez le n° 57 de la *Presse médicale*, 1er juillet 1837, t. I.

M. Dubreuil ou par son disciple, à celui fait avec une pièce enlevée du crâne d'un animal vivant, avec le trépan appliqué ensuite sur un autre animal, avec laquelle on bouche le trou de la seconde trépanation. Ce bouchon reste sans vie, quoique agglutiné avec les bords de cette ouverture, un espace de temps plus ou moins long et quelquefois même sans produire aucun accident notable à l'animal; la cicatrice des téguments qu'on a eu soin de réunir par première intention se fait sans obstacle sur cette pièce rapportée, mais on la retrouve toujours, quelle que soit l'époque de la recherche, comme un séquestre, au milieu de l'os vivant.

Au reste, nous avons vu plusieurs blessés conserver des années, dans l'épaisseur des os du crâne, des projectiles entiers ou des portions de projectiles, sans nuire d'une manière sensible à l'intégrité des fonctions cérébrales; ce qui confirme, à l'égard de la première expérience de M. le professeur Dubreuil, notre opinion sur la nature du bouchon endurci dont il parle.

La deuxième expérience, faite de la même manière sur un jeune chien de la même espèce, lui a donné le résultat suivant: « Après avoir appliqué une couronne de trépan à la région frontale de l'animal, et en avoir agrandi l'ouverture par de petites fractures circulaires faites sur ses bords avec de petites tenailles, détruit la portion de la dure-mère à l'ouverture de l'os, et le péricrâne à son pourtour dans l'étendue de deux lignes; ensuite, après avoir réuni les bords de la plaie, comme chez le premier animal, à l'aide de la suture et des bandelettes agglutinatives, il le mit en liberté. Cependant cette opération fut suivie d'accidents si graves, que ce chien fut en danger de perdre la vie. Néanmoins, les accidents se calmèrent, et la cicatrice de la plaie se consolida. Après avoir passé quatre mois dans cet état de guérison ap-

parente, le pauvre animal fut étranglé et soumis à l'examen de l'expérimentateur. On observa : que la cicatrice formée par les parties molles supercraniennes offrait un certain degré de solidité, et l'on voyait la perforation telle, aux dimensions près, qu'elle était au moment de l'opération, avec absence complète de membranes fibreuses, et il n'existait aucun travail préparatoire du côté de la dure-mère, pas plus qu'à l'extérieur. M. Dubreuil rapporte ensuite, d'après le récit d'autres médecins, plusieurs observations faites sur l'homme, ayant pour objet des plaies avec fracture, et perte de substance aux os du crâne. Il fait la remarque que, lorsque la fracture a nécessité l'opération du trépan, l'ouverture que laisse cette opération n'offre aucune cicatrisation, ou l'occlusion qu'on aurait pu espérer, si la portion correspondante de la dure-mère et du péricrâne a été détruite; dans cette supposition, le suc albumineux, ne pouvant être exhalé ou sécrété par ces membranes, ne peut produire le bouchon dont on a parlé. Dans le cas au contraire où les membranes sont conservées, cet opercule osseux, selon le même auteur, se forme promptement, et termine la cicatrice de l'os perforé. A la vérité, M. Dubreuil ne présente aucune pièce qui démontre ces faits.

A ces observations, nous répondrons: que la nature n'a pas besoin de la portion du périoste, ni de la dure-mère qui est en rapport avec les bords de l'ouverture du crâne, pour opérer la cicatrisation de cette perte de substance, à moins que les vaisseaux de communication de ces deux membranes ne soient détruits au loin et dans toute la circonférence de la plaie osseuse, comme cela arrive dans certaines affections morbides spontanées; mais alors toute la portion d'os privée de ses vaisseaux nutritifs, loin de se cicatriser, doit se nécro-

ser, et se nécrose réellement, comme nous en avons vu un grand nombre d'exemples; tandis qu'il est extrêmement rare que, par suite d'une plaie d'arme blanche ou d'arme à feu, la destruction des vaisseaux de communication de ces membranes à l'os soit assez étendue pour produire ce résultat. D'ailleurs le canevas du péricrâne, qui est celluleux et très-vasculaire, comme on peut le voir par la pièce anatomique injectee (présentée à l'Académie), se reproduit promptement. En effet, nous voyons du troisième au cinquième jour des bourgeons vasculaires se développer autour du trou du crâne, et remplir toute la plaie; soit que les bords ou les angles de cette plaie aient été détruits par la cause vulnérante ou l'instrument du chirurgien, il suffit que la circulation se fasse ou s'entretienne par les vaisseaux propres de l'os, pour conserver son intégrité et opérer cette réparation.

Je conviens néanmoins qu'il importe beaucoup, pour prévénir la nécrose des os du crâne et favoriser la cicatrice de leurs solutions de continuité; il importe, dis-je, lorsqu'on doit appliquer le trépan à l'un des points quelconques de la périphérie de cette boîte osseuse, de ruginer le moins possible la surface de ces os, et *de ne jamais exciser* les angles ou les bords saillants de ces plaies chirurgicales, afin qu'on puisse consécutivement rapprocher ces bords, et les fixer dans un rapport mutuel. Mais je désapprouve en même temps, dans le traitement des plaies de la tête, les réunions trop immédiates, comme celles faites avec la suture et les bandelettes adhésives (1). Au reste, on ne peut rien arguer, pour

(1) V. l'art. *Plaies de la tête* aux 1^er^ et 5^e^ vol. de ma *Clinique chirurgicale.*

ce qui est indiqué dans les lésions des diverses parties du corps humain, des expériences qu'on fait sur les animaux.

Nous avons vu dans les musées d'anatomie pathologique de Vienne, de Berlin, de Dublin, d'Édimbourg, de Londres, de Rome et de Florence, plusieurs pièces anatomiques qui prouvent d'une manière irrécusable que les plaies de tête avec perte de substance aux os du crâne, arrivées à leur guérison, ne s'étaient fermées, lorsqu'elles étaient récentes, que par un tissu fibreux et dermoïde, appartenant aux téguments et aux deux membranes, le péricrâne et la dure-mère, ou bien à l'amincissement et au rapprochement plus ou moins prononcé des bords de l'ouverture osseuse, lorsque les sujets avaient survécu longtemps à ces sortes de plaies.

Mais la plus remarquable à nos yeux est le crâne d'un homme adulte que j'ai vu avec mon fils au cabinet d'anatomie de cette dernière ville (Florence), duquel les deux tiers des os qui en forment ce qu'on nomme la calotte, ayant été frappés de nécrose par l'effet d'une cause morbide spontanée, s'étaient exfoliés en entier; et cette portion du crâne était remplacée par une calotte membraneuse formée par la dure-mère et le péricrâne, lesquels avaient contracté une adhésion mutuelle; mais on ne découvrait dans l'épaisseur de cette voûte membraneuse aucune trace d'ossification. D'autres médecins voyageurs ont fait connaître par les journaux de médecine cette pièce anatomique fort curieuse (1). Ce seul fait détruit nécessairement l'opinion de M. Dubreuil.

Lorsque j'ai communiqué à l'Académie mon premier mé-

(1) Voyez les numéros de la *Gazette médicale* d'octobre et nov. 1837.

moire sur cet objet, j'ai présenté plusieurs invalides qui ont été trépanés par moi aux armées et à l'hôpital militaire de la garde impériale et royale. On doit se rappeler que chez presque tous ces sujets, l'ouverture du crâne n'était pas encore entièrement fermée, bien que la trépanation datât d'un grand nombre d'années; on remarquait, de plus, que la cicatrice était plus ou moins déprimée, selon l'étendue de la perte de substance osseuse. Aujourd'hui j'ai l'honneur de présenter à l'Académie un autre vétéran, M. *Brunot*, de Rouvre, officier supérieur blessé à la tête par un éclat d'obus, à la bataille de Wagram. Cette blessure, extrêmement grave, fut suivie de fracas aux os pariétaux et frontal, au centre de la suture qui les unit, dont une portion fut enlevée par fragments, d'où est résultée une perte de substance considérable, qui avait mis à découvert une grande portion de la dure-mère. Le trépan ne fut pas nécessaire; par conséquent on n'exerça aucune rugination sur les os, et les membranes fibreuses ne furent nullement détruites. Cependant on ne trouve point au centre de cette cicatrice, pas plus que chez les sujets précités, le tampon ou le bouchon osseux qui a été signalé par M. Dubreuil, car on sent encore, au fond de cette région blessée, le vide qu'a laissé le travail spontané de cette ossification concentrique, et les pulsations des artères cérébrales. En effet, cette ossification ne parvient à fermer entièrement ces ouvertures, surtout lorsqu'elles sont un peu étendues, qu'après de longues années; il serait difficile de trouver un fait plus concluant contre l'opinion du professeur de Montpellier, qui veut faire boucher, comme nous l'avons dit, une ouverture au crâne, quelque grande qu'elle soit, par une substance osseuse organisée, pourvu que les

membranes fibreuses, en rapport avec cette ouverture, soient conservées dans leur intégrité.

Un fait plus concluant encore est celui qui nous a été fourni par Boulanger (Nicolas), sergent invalide, l'un des anciens soldats de la fameuse 32^{e} demi-brigade, sujet de la cinquième observation sur les effets consécutifs des plaies de tête, 5^{e} volume de ma Clinique. Ce soldat avait reçu en Espagne, en 1808, un coup de sabre, qui fut suivi d'une coupe profonde au centre et un peu à droite de la suture fronto-pariétale, d'où fut détachée une pièce ou esquille de forme quadrilatère et anguleuse, d'environ 6 centimètres dans sa longueur et de 3 centimètres dans sa largeur, avec un très-fort lambeau des téguments. L'esquille, enfoncée entre la dure-mère et le crâne, ne parut point au premier pansement du blessé, en sorte que le chirurgien qui le vit le premier au lieu du combat, réappliqua le lambeau et envoya son malade aux hôpitaux. Il éprouva sans doute de violents orages dans la première période de la blessure; néanmoins ils se calmèrent, et la plaie était prête à se cicatriser, lorsque plusieurs mois après l'accident (six mois), l'esquille parut dans un des angles de cette plaie, qui était restée fistuleuse. L'extraction en fut facile, et bientôt après Boulanger se trouva guéri. Il fut ensuite admis à l'hôtel des Invalides, où nous avons eu occasion de l'observer pendant une année avant sa mort, survenue en 1834 (1). Cet invalide était l'un des sujets qui furent soumis à l'examen de mes honorables collègues, MM. Savart et Ma-

(1) Voyez, pour les détails de cette observation, le 5^{e} volume de l'ouvrage précité et la planche qui représente cette plaie osseuse.

gendie (1). Bien qu'il y eût près d'un quart de siècle que ce soldat avait reçu ce coup de sabre, l'ouverture du crâne était loin d'être fermée, puisqu'elle offre encore près de trois centimètres dans sa plus grande largeur. Mais l'objet le plus remarquable pour nous était la nature de la cicatrice, qui, du vivant du soldat, bouchait cette ouverture : elle était fortement déprimée, tendue et un peu élastique dans son centre, où l'on sentait encore les pulsations des artères cérébrales. La dissection faite vingt-quatre heures après la mort de ce vétéran, nous apprit qu'elle était exclusivement formée par les téguments, le péricrâne et la dure-mère, intimement unis par une adhésion vasculaire qui s'était faite à travers l'ouverture du crâne. On ne découvre dans l'épaisseur de cette cicatrice ou de ce paquet membraneux, que nous avons conservé, aucun vestige d'ossification, ainsi qu'on peut s'en convaincre par le seul examen des pièces.

Un autre invalide, sujet de la deuxième observation de notre premier mémoire, Jouan (Mathieu), ancien marin, étant mort depuis l'époque de la publication de ce mémoire, fait vérifier toutes nos idées sur le mode d'agir de la nature pour fermer ou cicatriser les ouvertures du crâne. Ce marin, que les mêmes académiciens avaient également vu à l'hôtel, fut blessé à la tête à l'un des combats sanglants que le vaisseau le *Jupiter* (sur lequel il servait comme matelot), eut à soutenir aux Antilles, en 1806, contre les vaisseaux anglais. Cette blessure, résultat d'un coup de mitraille, qu'on avait d'abord jugée mortelle, nécessita l'application du trépan, pour dégager

(1) L'objet de ces recherches était de s'assurer si les sons étaient réellement transmis à l'organe de l'ouïe par la citatrice de ces trépanés.

et extraire un grand nombre d'esquilles que ce coup de feu avait produites sur l'os frontal (1). On devine assez les accidents graves qui durent se manifester dans la première période de cette blessure; mais ils s'apaisèrent graduellement, et la cicatrice des téguments se forma sur la plaie du crâne, en contractant des adhérences intimes avec la portion de la dure-mère correspondante; enfin, ce marin fut conduit à la guérison et admis plus tard à l'hôtel des Invalides, où nous avons eu occasion de l'observer. La cicatrice de la plaie, comme on peut le voir sur la planche n° 1 de l'ouvrage précité, était également déprimée, tendue, un peu élastique vers le centre, où l'on sentait les pulsations des artères du cerveau; et l'oreille, posée sur cette cicatrice, recevait les sons de la voix du trépané, comme il entendait à son tour la voix de celui qui lui parlait dans la direction de cette cicatrice, ses oreilles étant parfaitement bouchées. Nous avons répété maintes fois ces expériences sur ces deux sujets et sur plusieurs autres, qui sont encore à l'hôtel des Invalides, cités dans le premier mémoire; enfin, nous avions prononcé, contre l'opinion de quelques médecins étrangers, que la cicatrice du crâne de ce marin n'était pas terminée, et qu'il existait encore dans son centre un espace d'environ un centimètre de largeur. L'état physique du sujet s'étant amélioré, il demanda un congé pour se rendre dans son pays natal (Saint-Malo), d'où il revint à l'hôtel une année après, étant affecté d'une ischurie violente, à laquelle il succomba peu de jours après son entrée à l'infirmerie (1836).

---

(1) Voyez la première observation sur les *Effets consécutifs des plaies de tête*, t. V, et la première planche de ce volume.

Le crâne de ce sujet fut conservé, et voici ce que nous a présenté son examen :

1° La cicatrice des téguments, telle qu'on l'aperçoit sur le dessin qui fait suite à l'observation de la blessure, était confondue intérieurement avec le point correspondant de la dure-mère, et les parties fibro-celluleuses avaient contracté des adhérences intimes entre elles et avec les bords de l'ouverture de l'os frontal.

2° Cette ouverture est orbiculaire, festonnée, et ses bords sont minces, rayonnés et transparents. L'on voit évidemment que la nature avait fait les plus grands efforts pendant une trentaine d'années, pour amener de la circonférence au centre, les fibres ou les vaisseaux osseux qui se distinguent par autant de rayons sensibles à l'œil. Il est probable qu'elle était parvenue au *nec plus ultrà* de son travail d'expansion, et que l'occlusion complète de cette ouverture n'aurait sans doute jamais pu arriver au dernier degré de cicatrisation, le sujet étant d'ailleurs parvenu à son quinzième lustre (1).

En nous résumant, nous osons affirmer que les cicatrices ou les réparations des pertes de substances osseuses, soit qu'elles aient lieu dans les os du crâne ou dans les autres os du corps, ne peuvent se faire que par un travail vasculaire d'organisation, et non par l'endurcissement de cette prétendue lymphe coagulable, versée ou sécrétée par les extrémités des fragments d'une fracture dans les os longs, ou par les bords des ouvertures accidentelles dans les os larges.

---

(1) Voyez la planche qui représente le crâne de ce marin avec le *specimen* de la trépanation.

NOTE ADDITIONNELLE.

Les observations que mon honorable confrère, M. le docteur Serres, a faites à l'occasion de mon mémoire relatif à l'ostéogénie (1), m'obligent à joindre à ce travail quelques nouvelles réflexions qui, je l'espère, ne laisseront plus aucun doute sur la vérité de mes assertions.

Les os, dit M. Serres, ne se développent point du centre à la circonférence, comme nous l'avons annoncé. Cette hypothèse ancienne, dit cet académicien, a été remplacée par la théorie du développement *centripète*(2), qui donne la formule générale de l'apparition des noyaux osseux dans le cours de l'embryogénie. Cette apparition première a toujours lieu sur les parties latérales : de ce point de départ l'ossification gagne de proche en proche les parties centrales de l'os. De ce principe d'ostéogénie résultent, selon notre confrère :

1° La loi de symétrie ou de dualité primitive des pièces centrales et impaires du squelette de l'homme et des animaux.

2° La loi de conjugaison ou les règles invariables qui suivent dans leur *coalescence* les noyaux osseux primitifs.

3° Enfin les maladies dont le système osseux peut devenir le siége, si, par une cause quelconque, cette règle générale de l'ossification est interrompue dans sa marche. C'est même à cause de l'intérêt pratique qui se rattache à cette manière nouvelle de considérer le développement des os, que je crois utile, dit encore M. Serres, de réfuter l'hypothèse de leur formation centrifuge, etc.

---

(1) Ces observations sont insérées dans le Compte rendu de l'Académie de la séance du 8 janvier 1838.

(2) Les mots centripète et centrifuge, empruntés de la mécanique, ne peuvent, selon nous, exprimer ou expliquer aucune des lois de la physiologie. Les innovations puisées ainsi dans la physique nous paraissent plus propres à obscurcir la science de l'organisme vivant qu'à l'éclaircir. C'est tout au plus si l'on pourrait faire l'application de ces deux dénominations aux deux grandes circulations artérielle et veineuse, en donnant à la première l'épithète de centrifuge, et à la seconde celle de centripète.

Nous répondrons 1° que nous ne prenons pas la ligne médiane du corps pour les centres dont nous avons parlé. Ces centres ont pour type celui que forme le cœur, principal organe de la circulation, qui n'est point dans cette ligne médiane; mais nous appelons centres tous les points de ce système osseux, où les artères nutricières principales des os se manifestent, ainsi que nous l'avons dit dans notre mémoire; ensuite l'ossification marche dans la direction des branches, des rameaux et des ramuscules de ces troncs artériels par des rayons divergents. De ces centres l'ossification se propage par conséquent vers les bords dans les os larges, et de la diaphyse vers les extrémités ou épiphyses dans les os longs. C'est donc à proprement parler un travail centrifuge, si l'on peut se servir de cette expression, que je n'ai pas employée, et ce mode d'ossification a été parfaitement décrit par les anatomistes que nous avons nommés, y compris notre ancien condisciple et célèbre ami Bichat.

Ces anatomistes savaient très-bien que l'ossification, dans les os de la tête par exemple, commence par ceux qui doivent loger certains organes essentiels à l'individu, ou pour protéger avec plus ou moins d'avantage l'organe encéphalique. Ainsi ce sont les temporaux dans lesquels on trouve la chaîne des osselets de l'ouïe, qui sont ossifiés les premiers, les côtés de l'occipital jusqu'aux apophyses condiloïdes inclusivement, la moitié inférieure des pariétaux, les deux côtés du frontal, etc. De même à la face, les pommettes, les arcades zygomatiques et les parties articulaires des mâchoires; tandis que les points de ces os qui correspondent à la ligne médiane de la tête, moins importants à l'existence de l'individu, restent longtemps membraneux par des motifs fort simples; c'est parce qu'il n'y a presque point d'artères dans cette ligne mitoyenne, et l'ossification ne peut s'y propager que par la circulation divergente des rameaux artériels qui ont fait développer les masses latérales des os. D'ailleurs comment M. Serres pourrait-il par exemple expliquer son travail *centripète* à la formation du bois du cerf, qui reçoit ses artères nutricières de celles qui ont formé l'os frontal?....

On a pu voir et suivre cette marche vasculaire sur la tête injectée que nous avons présentée à l'Académie, et c'est d'après la même loi que les

trous du crâne se ferment ou se cicatrisent, c'est-à-dire par l'expansion ou le développement des vaisseaux des bords de ces ouvertures, lesquels s'amincissent et se resserrent graduellement par un travail concentrique jusqu'à ce que l'occlusion soit complète.

2° Tous les anatomistes savent encore que les vertèbres et le sternum se composent primitivement de plusieurs points osseux qui forment leurs masses latérales ou les bords, parce que leurs artères nutricières sont produites d'une part par les branches aortiques, et de l'autre par les rameaux des mammaires. Par conséquent l'ossification de ces pièces doit se développer des points centraux de ces masses latérales, où elles pénètrent d'abord vers leurs ramifications divergentes. Enfin elles cherchent à s'anastomoser vers la ligne médiane où l'ossification se termine. C'est toujours un travail centrifuge relatif.

3° Tout le monde sait aussi que, lorsque cette ossification éprouve un point d'arrêt vers les lignes médianes par un amas du liquide surabondant dans les cavités du crâne ou du rachis, ce fluide forme hernie à travers l'espace osseux ou les membranes qui séparent les os dans cette ligne médiane, et produit une tumeur aqueuse, ou le *spina bifida* dans le canal vertébral, autre épanchement séreux.

D'après cette explication, je pense que M. le docteur Serres sera d'accord avec nous, et qu'il ne restera plus de doute sur l'exactitude des faits que nous avons observés.

Du 22 janvier 1838.

Baron LARREY.

SUPPLÉMENT

A LA

NOUVELLE DÉTERMINATION

De la distance méridienne de Montjouy à Formentera, etc.,

PAR M. PUISSANT.

Lu à l'Académie des sciences, le 4 juin 1838.

POUR évaluer la longueur d'un arc de méridien, donnée par un réseau de triangles mesuré avec toute la précision que comportent les méthodes d'observation actuelles, on fait communément usage de l'un des trois procédés exposés dans la *Base du système métrique décimal,* ou mieux encore on les emploie concurremment, afin d'acquérir par la concordance des résultats une plus grande probabilité de leur exactitude.

La circonstance particulière que présentent les triangles de MM. Biot et Arago rend presque impraticable, pour opérer cette évaluation, le mode de décomposition des triangles sphériques dont ces deux savants célèbres ont parlé dans la séance de l'Académie du 9 mai 1836; à cause de l'éloignement de la méridienne de Dunkerque de la plupart des grands triangles qu'il a fallu établir le long

des côtes de Valence et de Catalogne, pour arriver à Ivice et à Formentera, dernières stations de cette méridienne. Aussi ai-je préféré suivre à cet égard, dans le mémoire précédent, une méthode de calcul à la fois générale et directe.

Ici je me propose d'examiner plus scrupuleusement que je ne l'ai fait, si les différences de latitude, de longitude et d'azimut des sommets du réseau trigonométrique d'Espagne, calculées par les formules usuelles de la géodésie, ont assez d'exactitude pour servir à la détermination précise de la distance méridienne de Montjouy à Formentera, mesurée par des triangles dont quelques-uns sont d'un tout autre ordre que ceux de Delambre et de Méchain; et il me suffira pour cela de recourir aux formules de la trigonométrie sphéroïdique due à Legendre. Mais comme ces formules entraînent dans de longs calculs, je leur ferai subir des transformations qui auront le double avantage de les rendre d'une application beaucoup plus facile, et de mettre mieux en relief les corrections dont peuvent être susceptibles les résultats consignés à la page 11 de mon premier mémoire.

1. Je partirai d'abord de la série suivante, démontrée p. 234 du tome II de ma Géodésie, savoir :

$$(1)\qquad \lambda' - \lambda = -\frac{K}{r}\cos.Z - \frac{1}{2}\frac{K^2}{r^2}\sin.^2 Z\,\mathrm{tang.}\,\lambda$$
$$-\frac{1}{2}\varepsilon\frac{K^2}{b^2}\cos.^2 Z\sin.\lambda\cos.\lambda$$
$$+\frac{1}{6}\frac{K^3}{b^3}\sin.^2 Z\cos.Z(1+3\,\mathrm{tang.}^2\lambda)...$$

Dans cette série, K désigne un côté de triangle, Z est son azimut compté du sud à l'ouest, λ, λ' sont les *latitudes*

réduites correspondant respectivement aux *latitudes vraies* H, H′ des extrémités de K, latitudes qui sont liées entre elles par ces relations :

$$\text{(A)} \quad \text{tang.}\,\lambda = \frac{b}{a}\,\text{tang.}\,\text{H}, \quad \text{tang.}\,\lambda' = \frac{b}{a}\,\text{tang.}\,\text{H}',$$

lorsque a et b sont les demi-axes de l'ellipsoïde terrestre. On a en outre

$$\varepsilon = \frac{a^2 - b^2}{b^2}, \quad r = b\sqrt{1 + \varepsilon\,\text{sin.}^2\lambda}.$$

La différence des latitudes réduites étant connue, on calculera la différence des latitudes vraies à l'aide d'une série régulière et très-convergente, déduite des relations (A), savoir :

$$\text{(2)} \quad \text{H}' - \text{H} = \lambda' - \lambda + m\,(\text{sin.}\,2\lambda' - \text{sin.}\,2\lambda) + \tfrac{1}{2}m^2\,(\text{sin.}\,4\lambda' - \text{sin.}\,4\lambda) + \ldots.$$

dans laquelle $m = \frac{1}{4}e^2 + \frac{1}{8}e^4 \ldots\ldots$, e^2 étant le carré de l'excentricité des méridiens; auquel cas $e^2 = \varepsilon\frac{b^2}{a^2} = \varepsilon - \varepsilon^2 \ldots$.

Mais pour éviter de passer des latitudes vraies aux latitudes réduites, et *vice versâ*, rendons la série (2) entièrement fonction des latitudes vraies, en procédant comme nous l'avons indiqué rapidement dans la note insérée p. 739 du tome III du *Compte rendu des séances de l'Académie des sciences*, c'est-à-dire, tirons des relations (A) ces valeurs approchées :

$$\text{sin.}\,\lambda = \text{sin.}\,\text{H}\,(1 - \tfrac{1}{2}e^2 + \tfrac{1}{2}e^2\,\text{sin.}^2\,\text{H}),$$
$$\text{cos.}\,\lambda = \text{cos.}\,\text{H}\,(1 + \tfrac{1}{2}e^2\,\text{sin.}^2\,\text{H}),$$
$$\text{tang.}\,\lambda = \text{tang.}\,\text{H}\,(1 - \tfrac{1}{2}e^2 - \tfrac{1}{8}e^4).$$

Nous aurons par suite

$$\sin. 2\lambda = \sin. 2H\,(1 - \tfrac{1}{2}e^2 + e^2 \sin.^2 H)$$
$$\cos. 2\lambda = 1 - 2\sin.^2 H\,(1 - e^2 + e^2 \sin.^2 H)$$
$$\cos. 4\lambda = 1 - 8\sin.^2 H \cos.^2 H,$$

en ne tenant compte toutefois que des termes du premier ordre en ε.

D'un autre côté, la valeur ci-dessus de r étant développée au même degré d'approximation, l'on a

$$r = a\,(1 - \tfrac{1}{2}e^2 + \tfrac{1}{2}e^2 \sin.^2 \lambda),$$

d'où
$$\frac{1}{r} = \frac{1}{a}\,(1 + \tfrac{1}{2}e^2 - \tfrac{1}{2}e^2 \sin.^2 H),$$

puisque $\sin.^2 \lambda = \sin.^2 H\,(1 - e^2 + e^2 \sin.^2 H)$. Ainsi la série (1) donnera sur-le-champ

$$\lambda' = \lambda - \frac{K}{a}\cos. Z\,(1 + \tfrac{1}{2}e^2 - \tfrac{1}{2}e^2 \sin.^2 H) - \tfrac{1}{2}\frac{K^2}{a^2}\sin.^2 Z \tang. H,$$

en n'ayant toujours égard qu'aux termes du premier ordre.

Maintenant, si l'on prend le sinus du double de cette valeur approchée de λ', et que pour abréger l'on fasse $\lambda' = \lambda - Q$, l'on aura

$$\sin. 2\lambda' = \sin. 2\lambda - \frac{K^2}{a^2}\cos.^2 Z \sin. 2\lambda - 2Q\cos. 2\lambda.$$

Par un procédé semblable on obtiendra

$$\sin. 4\lambda' = \sin. 4\lambda - 4\frac{K}{a}\cos. Z \cos. 4\lambda.$$

Ces dernières valeurs et les précédentes étant introduites dans (2), et l'approximation étant poussée jusqu'aux quantités du 3^e ordre inclusivement, on aura pour le 2^e terme

$$m(\sin. 2\lambda' - \sin. 2\lambda)$$

$$= -2m\frac{K}{a}\cos. Z(1 + \tfrac{1}{2}e^2 - 2\sin.^2 H + \tfrac{1}{2}e^2\sin.^2 H - e^2\sin.^4 H)$$

$$-m\frac{K^2}{a^2}\sin.^2 Z \tang. H(1 - 2\sin.^2 H)$$

$$-2m\frac{K^2}{a^2}\cos.^2 Z \sin. H\cos. H,$$

et le 3e terme, à cause de la valeur ci-dessus de sin. $4\lambda'$, prendra cette forme :

$$\tfrac{1}{2}m^2(\sin. 4\lambda' - \sin. 4\lambda) = -2m^2\frac{K}{a}\cos. Z(1 - 8\sin.^2 H\cos.^2 H).$$

Enfin, mettant pour m et m^2 leurs valeurs, la série (2) se changera en cette autre :

$$H' - H = -\frac{K}{a}\cos. Z\,(1 + e^2 + e^4 - \tfrac{3}{2}e^2\sin.^2 H - \tfrac{3}{2}e^4\sin.^2 H + \tfrac{3}{8}e^4\sin.^4 H)$$

$$-\tfrac{1}{2}\frac{K^2}{a^2}\sin.^2 Z \tang. H(1 + e^2 - 2e^2\sin.^2 H)$$

$$-\tfrac{3}{2}e^2\frac{K^2}{a^2}\cos.^2 Z \sin. 2H$$

$$+\tfrac{1}{6}\frac{K^3}{a^3}\sin.^2 Z\cos. Z(1 + 3\tang.^2 H).$$

Sous cette forme la différence des latitudes H', H est sans doute fort compliquée; mais si l'on a égard à ce que la normale N au point H, et le rayon ρ de courbure du méridien au même point donnent respectivement

$$N = \frac{a}{(1 - e^2\sin.^2 H)^{\frac{1}{2}}} = a(1 + \tfrac{1}{2}e^2\sin.^2 H + \tfrac{3}{8}e^4\sin.^4 H...)$$

$$\rho = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2\sin.^2 H)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\rho = a(1 - e^2 + \tfrac{3}{2}e^2\sin.^2 H - \tfrac{3}{2}e^4\sin.^2 H + \tfrac{15}{8}e^4\sin.^4 H...),$$

la série (3) se changera en celle-ci :

$$(3)\quad H' - H = -\frac{K}{\rho}\cos. Z - \tfrac{1}{2}\frac{K^2}{N\rho}\sin.^2 Z \tang. H$$
$$-\tfrac{3}{2}e^2\frac{K^2}{N^2}\cos.^2 Z \sin. H \cos. H$$
$$+\tfrac{1}{6}\frac{K^3}{N^3}\sin.^2 Z \cos. Z\,(1 + 3\tang.^2 H)...$$

Cette formule, tout à fait semblable à celle (1), s'évaluera assez promptement à l'aide d'une table des log. de N et de ρ. Elle prend une forme encore plus simple en multipliant et divisant à la fois le premier terme par le rayon de courbure du méridien correspondant au milieu de l'arc H′ — H; c'est-à-dire, par $R = a(1 - e^2)[1 - e^2 \sin.^2 \frac{1}{2}(H + H')]^{-\frac{3}{2}}$. En effet, si l'on pose $H' - H = \delta H$, on aura $\frac{1}{2}(H + H') = H + \frac{1}{2}\delta H$, et comme δH est du même ordre que la ligne géodésique K ou que l'aplatissement de la terre, la valeur finie de R étant développée en série deviendra à cause de $\sin.^2(H + \frac{1}{2}\delta H) = \sin.^2 H + \frac{1}{2}\delta H \sin. H \cos. H$; cette valeur, disons-nous, sera

$$\frac{R}{\rho} = 1 - \tfrac{3}{2}e^2\frac{K}{a}\cos. Z \sin. H \cos. H;$$

et par conséquent l'on aura

$$\frac{K}{\rho}\cos. Z = \frac{K}{R}\cos. Z - \tfrac{3}{2}e^2\frac{K}{a}\cos.^2 Z \sin. H \cos. H;$$

ainsi, en définitive,

$$(4)\quad H' - H = -\frac{K}{R}\cos. Z - \tfrac{1}{2}\frac{K^2}{RN}\sin.^2 Z \tang. H);$$
$$+\tfrac{1}{6}\frac{K^3}{RN^2}\sin.^2 Z \cos. Z\,(1 + 3\tang.^2 H;$$

expression qu'il faudrait diviser par sin. 1″ pour l'avoir en secondes de degré.

Il est évident maintenant que si l'on supprime dans le dénominateur de chaque terme le facteur R, cette formule se rapportera précisément à une sphère du rayon N, et donnera en unités métriques, avec toute la précision désirable, la distance des parallèles des extrémités du côté K, ce côté eût-il plus d'un degré et demi d'amplitude; propriété à laquelle on peut sans doute arriver par une voie plus élémentaire, mais dont la démonstration, pour être rigoureuse, paraît devoir reposer essentiellement sur la considération de la ligne la plus courte entre deux points quelconques de la surface de l'ellipsoïde de révolution.

2. La formule (4) pouvant s'écrire de la sorte :

$$H' - H = -\frac{K}{N}\frac{\cos. Z}{\sin. 1''}\cdot\frac{N}{R} - \frac{1}{2}\frac{K^2}{N^2}\frac{\sin.^2 Z}{\sin. 1''}\text{tang. H}\cdot\frac{N}{R} + \frac{1}{6}\frac{K^3}{N^3}\frac{\sin.^2 Z\cos. Z}{\sin. 1''}(1 + 3\,\text{tang.}^2 H)\cdot\frac{N}{R},$$

il s'ensuit qu'un triangle formé par deux méridiens elliptiques et un arc de plus courte distance peut se résoudre, dans tous les cas pratiques, comme un triangle sphérique de même espèce. En d'autres termes, on a ce théorème : *La différence de latitude des sommets d'un triangle géodésique sur le sphéroïde terrestre est à leur différence de latitude sur une sphère dont le rayon est égal à la normale correspondante terminée au petit axe, comme cette normale est au rayon de courbure de l'arc de méridien intercepté.*

On observera, en outre, que puisqu'il faut multiplier par $\frac{N}{R}$ la valeur de H' — H calculée sur une sphère du rayon N pour l'avoir sur le sphéroïde, il est nécessaire d'évaluer ce facteur

soit à l'aide de la table dont nous avons déjà parlé, soit en recourant à cette série

$$\frac{N}{R} = 1 + e^2 \cos.^2 H + e^4 \cos.^2 H + \frac{3}{2} e^2 \frac{K}{N} \cos. Z \sin. H \cos. H .....$$

Mais comme ordinairement l'on suppose seulement $\frac{N}{R} = 1 + e^2 \cos.^2 H$, les différences $H' - H$ inscrites dans le tableau de la page 11 du mémoire précédent, et qui dérivent de cette hypothèse, doivent être multipliées derechef par les deux autres termes $e^4 \cos.^2 H +$ etc., afin qu'aucune quantité du 3e ordre ne soit omise dans cette évaluation.

Par exemple, la différence des latitudes de *Desierto* et de *Mongò*, trouvée de $1^{c},4208$, abstraction faite de son signe, doit être réellement augmentée de $1^{c},85$ centésimale; ainsi elle est définitivement de $1^{c},4209,85$. Cette correction, quoique très-légère, produit cependant à elle seule un accroissement de plus de 10 mètres sur le développement de l'arc de méridien compris entre les parallèles de Montjouy et de Formentera. On verra bientôt quelle est la correction totale que doit subir cet arc, en vertu de cette remarque.

3. Passons maintenant à la formule qui donne la différence en longitude des extrémités de la ligne géodésique K en fonction des mêmes éléments H, K et Z.

Si l'on désigne par p, p' les longitudes des extrémités de K, on aura, p. 237, t. II du *Traité de géodésie*,

$$p' - p = \frac{K}{a} \frac{\sin. Z}{\cos. \lambda} - \frac{K^2}{br} \frac{\sin. Z \cos. Z}{\cos. \lambda} \tang. \lambda + \frac{K^3}{b^3} \frac{\sin. Z \cos.^2 Z}{\cos. \lambda} \left(\frac{1}{3} + \tang.^2 \lambda\right) - \frac{K^3}{b^3} \frac{\sin.^3 Z}{\cos. \lambda} \left(\frac{1}{3} \tang.^2 \lambda\right) .....;$$

et si à la place de ε, λ et b on met leurs valeurs en fonctions de e^2, H et a, et qu'on effectue les développements qui se présenteront, en ayant soin de les prolonger jusqu'aux termes du 3^e ordre, il viendra

$$(5)\qquad p'-p=\frac{K}{N}\frac{\sin.Z}{\cos.H}-\frac{1}{2}\frac{K^2}{N^2}\frac{\sin.2Z}{\cos.H}\tang.H$$
$$+\frac{1}{3}\frac{K^3}{N^3}\frac{\sin.Z\cos.^2Z}{\cos.H}(1+3\tang.^2H)$$
$$-\frac{1}{3}\frac{K^3}{N^3}\frac{\sin.^3Z}{\cos.H}\tang.^2H.$$

Ce résultat nous apprend que l'angle au pôle, formé par deux méridiens elliptiques, peut se calculer comme sur une sphère du rayon N, lorsque l'on connaît la ligne géodésique K, la latitude H et l'azimut Z. Quoiqu'il renferme des facteurs communs avec ceux de la série par laquelle on calcule la différence de latitude H′ — H, il est très-avantageux dans la pratique de le remplacer par cette série

$$(6)\qquad p'-p=\frac{K}{N'}\frac{\sin.Z}{\cos.H'}-\frac{1}{6}\frac{K^3}{N'^3}\frac{\sin.Z}{\cos.H'}$$
$$+\frac{1}{6}\frac{K^3}{N'^3}\frac{\sin.^3Z}{\cos.^3H'}\cdots$$

dans laquelle N′ est la normale à la latitude H′. La démonstration élémentaire que nous en avons donnée (*Géod.* t. I, p. 320) peut se déduire des principes de la trigonométrie sphéroïdique ainsi qu'il suit :

En vertu du théorème du n° 2, on a

$$\sin(p'-p)=\frac{\sin.u\sin.Z}{\cos.h'}$$

lorsqu'on fait $u=\frac{K}{N}$ et $H'=h'+\psi$, ψ étant la correction

due à l'ellipticité des méridiens terrestres, et dont la valeur approchée est, d'après ce qui précède,

$$\psi = -e^2 \delta \mathrm{H} \cos.^2 \mathrm{H} = -e^2 \frac{\mathrm{K}}{\mathrm{N}} \cos. \mathrm{Z} \cos.^2 \mathrm{H}.$$

(Nous l'affectons du signe négatif parce que l'azimut Z est supposé aigu dans toutes nos formules, et qu'alors $\mathrm{H}' < h'$).

On remarquera d'abord que l'on a

$$p' - p = \sin.(p' - p) + \tfrac{1}{6} \sin.^3 (p' - p) \ldots.$$

et que si l'on y substitue pour sin. u sa valeur en série, il viendra

$$(6') \quad p' - p = u \frac{\sin. \mathrm{Z}}{\cos. h'} - \tfrac{1}{6} u^3 \frac{\sin. \mathrm{Z}}{\cos. h'} + \tfrac{5}{6} u^3 \frac{\sin.^3 \mathrm{Z}}{\cos.^3 h'} \ldots.$$

mais à cause de $h' = \mathrm{H}' - \psi$ on a, à un degré d'approximation suffisant,

$$\begin{aligned} \cos. h' &= \cos. \mathrm{H}' \cos. \psi + \sin. \mathrm{H}' \sin. \psi \\ &= \cos. \mathrm{H}' - e^2 \frac{\mathrm{K}}{\mathrm{N}} \cos. \mathrm{Z} \sin. \mathrm{H} \cos.^2 \mathrm{H}; \end{aligned}$$

ainsi, à très-peu près,

$$\frac{1}{\cos. h'} = \frac{1}{\cos. \mathrm{H}'} \left(1 + e^2 \frac{\mathrm{K}}{\mathrm{N}} \cos. \mathrm{Z} \sin. \mathrm{H} \cos. \mathrm{H}\right).$$

D'un autre côté, si N et N' désignent les normales aux points H et H', on aura sans erreur sensible

$$\mathrm{N} = a(1 + \tfrac{1}{2} e^2 \sin.^2 \mathrm{H}), \quad \mathrm{N}' = a(1 + \tfrac{1}{2} e^2 \sin.^2 \mathrm{H}');$$

et comme généralement $\mathrm{H}' = \mathrm{H} + \delta \mathrm{H}$, il s'ensuit qu'au même degré d'approximation

$$\begin{aligned} \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{N}'} &= 1 - e^2 \delta \mathrm{H} \sin. \mathrm{H} \cos. \mathrm{H} \\ &= 1 + e^2 \frac{\mathrm{K}}{\mathrm{N}} \cos. \mathrm{Z} \sin. \mathrm{H} \cos. \mathrm{H}, \end{aligned}$$

puisque d'ailleurs Z étant supposé aigu et compté du sud à l'ouest, la différence de latitude δ H est nécessairement négative; par conséquent

$$\frac{1}{\cos. h'} = \frac{1}{\cos. H'} \cdot \frac{N}{N'}.$$

Enfin, à cause de $u = \frac{K}{N}$ la série (6′) se changera en celle (6) en mettant toutefois N'^2 au lieu de N^2 dans un des termes du 3^e ordre, ce qui est évidemment permis.

Il est à remarquer cependant que les deux termes du 3^e ordre étant toujours de signes contraires et forts petits, on peut le plus souvent en faire abstraction dans le calcul ordinaire de la différence de longitude. On a donc alors simplement, et en secondes de degré,

$$p' - p = \frac{K}{N^2} \frac{\sin. Z}{\cos. H' \sin. 1''}.$$

4. La formule (6), en privant chacun de ses termes du facteur N′ cos. H′, donnerait en mesures métriques et à la latitude H′ la longueur d'un arc de parallèle intercepté entre les méridiens de la ligne géodésique K (Voy. *Géod.* t. I, p. 320).

Il nous reste, pour compléter la résolution du triangle sphéroïdique obliquangle, à considérer la différence des azimuts Z, Z′. Or on a

$$Z' - Z = V' - V + 180^\circ. \text{ (}\textit{Géod.}\text{ t. II, p. 235),}$$

et la différence V′ — V est donnée par cette série

$$V' - V = -\frac{K}{r} \sin. Z \tang. \lambda + \tfrac{1}{2} \frac{K^2}{b^2} \sin. Z \cos. Z (1 + 2 \tang.^2 \lambda)$$
$$- \varepsilon \frac{K^2}{b^2} \sin. Z \cos. Z \tang.^2 \lambda + \frac{K^3}{b^3} \sin.^3 Z \tang. \lambda \left(\tfrac{1}{6} + \tfrac{1}{3} \tang.^2 \lambda\right)$$
$$- \frac{K^3}{b^3} \sin. Z \cos.^2 Z \tang. \lambda \left(\tfrac{5}{6} + \tang.^2 \lambda\right)$$

Substituant, comme précédemment, à la latitude réduite la latitude vraie, éliminant r et b, et faisant attention à la valeur précédente de $p' - p$, on parviendra en définitive à cette expression plus simple, dont nous croyons pouvoir garantir l'exactitude (*),

$$(7)\quad Z'-Z=180^\circ-(p'-p)\sin.H+\tfrac{1}{4}\frac{K^2}{N^2}\sin.2Z(1+e^2\cos.^2H),$$

$$-\tfrac{1}{2}\frac{K^3}{N^3}\sin.Z\cos.^2Z\,\mathrm{tang.}\,H+\tfrac{1}{6}\frac{K^3}{N^3}\sin.^3Z\,\mathrm{tang.}\,H.$$

Bien entendu qu'il faudrait diviser par sin. 1″ tous les termes du 2^e^ et du 3^e^ ordre.

Il suit de là que la différence en longitude des extrémités d'une grande ligne géodésique, calculée sur une sphère du

---

(*) La valeur de r donnée n° 1 n'est pas celle du rayon de l'ellipsoïde correspondant au point dont la latitude réduite est λ, car en appelant $r^{(1)}$ ce rayon, l'on a exactement, comme l'on sait,

$$r^{(1)}=a\sqrt{1-e^2\sin.^2\lambda}=a\sqrt{\frac{1-e^2(2-e^2)\sin.^2H}{1-e^2\sin.^2H}}.$$

Or, en prenant le logarithme de chaque membre, désignant le quart du méridien par Q et l'aplatissement par α, l'on parvient à cette série très-convergente

$$\log.r^{(1)}=\log.\frac{2Q}{\pi}+\tfrac{1}{2}\mu\alpha\cos.2H+\tfrac{1}{16}\mu\alpha^2+\tfrac{1}{4}\mu\alpha^2\cos.2H$$
$$-\tfrac{3}{8}\mu\alpha^2\cos.4H....$$

dans laquelle $\mu=0{,}434294$ est le module tabulaire et π la demi-circonférence d'un cercle dont le rayon est l'unité. Elle donnera évidemment les log. des demi-axes en y faisant successivement $H=0$ et $H=90^\circ$.

On a aussi en fonction de l'excentricité,

$$\log.r^{(1)}=\log.\frac{2Q}{\pi}+\tfrac{1}{4}\mu e^2+\tfrac{5}{64}\mu e^4-\tfrac{1}{2}\mu e^2\sin.^2H$$
$$+\tfrac{1}{2}\mu e^4\sin.^2H-\tfrac{3}{4}\mu e^4\sin.^4H...$$

rayon N, est très-exacte, et que la différence des azimuts de cette ligne aux mêmes extrémités, déterminée sur la même sphère, n'a besoin que d'être augmentée algébriquement du très-petit terme $\frac{1}{4}\frac{K^2}{N^2} e^2 \sin. 2Z \cos.^2 H$, pour appartenir aussi à l'ellipsoïde de révolution sur lequel les triangles sont projetés. Ainsi la correction la plus importante à faire aux coordonnées géographiques d'un réseau de triangles de l'ordre de ceux d'Espagne, calculées par les formules en usage, ne porte réellement que sur les grandes différences de latitude; encore est-elle très-faible, comme on l'a vu pour le triangle dont les sommets sont *Campvey*, *Mongò*, *Desierto*.

Les différences d'azimuts peuvent aussi être déterminées plus simplement que par la dernière formule ci-dessus : voici comment.

Considérons d'abord le triangle sphérique correspondant au triangle sphéroïdique : ses trois côtés seront, d'après ce qui précède, K, $90° - H$ et $90° - h'$, et les trois angles respectivement opposés, $p' - p$, $Z' - 180°$ et $180° - Z$. Or, par une des analogies de Néper, qui donne la tangente de la demi-somme de deux angles, on a

$$\text{tang.}\left(90° - \tfrac{1}{2}(Z' - Z)\right) = \text{tang.}\tfrac{1}{2}(p' - p)\,\frac{\sin.\frac{1}{2}(H + h')}{\cos.\frac{1}{2}(H - h')};$$

expression dans laquelle

$$\frac{\sin.\frac{1}{2}(H + h')}{\cos.\frac{1}{2}(H - h')} = \frac{\sin.\frac{1}{2}(H + H' + \psi)}{\cos.\frac{1}{2}(H - H' - \psi)},$$

en attribuant à l'angle ψ la même signification qu'au n° 3; angle qui doit être ici pris positivement, parce que l'azimut Z étant aigu, l'on a $h' > H'$. Si l'on développe le second membre de cette expression, on aura d'une manière suffisamment approchée

$$\frac{\sin.\frac{1}{2}(H+H'+\psi)}{\cos.\frac{1}{2}(H-H'-\psi)}=\frac{\sin.\frac{1}{2}(H+H')}{\cos.\frac{1}{2}(H-H')}+\text{tang.}\frac{1}{2}\psi\cos.H,$$

et à cause de $\frac{1}{2}\psi=\frac{1}{2}e^2\frac{K}{N}\cos.Z\cos.^2H$, la formule finie ci-dessus deviendra

$$\text{tang.}\,(90^\circ-\tfrac{1}{2}(Z'-Z))=\text{tang.}\,\tfrac{1}{2}(p'-p)\frac{\sin.\frac{1}{2}(H+H')}{\cos.\frac{1}{2}(H-H)}$$
$$+\tfrac{1}{2}e^2\frac{K^2}{N^2}\sin.Z\cos.Z\cos.^2H.$$

Telle est l'équation qui, relativement à la sphère, donnerait en fonction des latitudes vraies la différence des azimuts des extrémités de la ligne géodésique; mais, vu la petitesse de l'angle $p'-p$, même dans le plus grand triangle d'Espagne, la valeur suffisamment exacte de cette différence serait

$$Z'-Z=180^\circ-(p'-p)\frac{\sin.\frac{1}{2}(H+H')}{\cos.\frac{1}{2}(H-H')}-\frac{1}{4}e^2\frac{K^2}{N^2}\sin.2Z\cos.^2H,$$

à quoi il faudrait ajouter le même terme en e^2, conformément à ce qui a été dit précédemment, afin d'avoir la différence d'azimut sur le sphéroïde. On a donc enfin

$$(8)\qquad Z'-Z=180^\circ-(p'-p)\frac{\sin.\frac{1}{2}(H+H')}{\cos.\frac{1}{2}(H-H')}.$$

C'est effectivement par cette formule qu'ont été calculés, au dépôt de la guerre, les azimuts de tous les côtés de la méridienne de Dunkerque.

5. Voilà, sur la résolution des grands triangles géodésiques, par la voie la plus directe et la plus simple, des remarques qui, ce nous semble, éclaircissent complétement ce qu'elle pouvait laisser d'obscur, même après ce qu'ont écrit, dans ces derniers temps, plusieurs géomètres que ce sujet a intéressés.

Nous pensons donc que les différences de latitude renfermées dans le tableau de la page 11 de notre premier mémoire auront toute l'exactitude désirable, en y appliquant la petite correction due aux termes du troisième ordre qui ont été omis. Or on a :

		Sec. centésim.	Corrections.
De Montjouy à la Morella	—	744″,16	
De la Morella à Saint-Jean.....	—	1807 ,75	
De Saint-Jean à Montsia.....	—	5776 ,16	+ 0″,02
De Montsia à Desierto.....	—	5868 ,72	— 0 ,30
De Desierto à Mongò	—	1.4208 ,00	— 1 ,85
De Mongò à Formentera.....	—	1568 ,04	
De Montjouy à Formentera....	—	2.9972 ,83	— 2 ,13
Autrement :			
De Montjouy à la Morella.....	—	744 ,16	
De la Morella à Montagut.....	+	1224 ,89	
De Montagut à Llébéria	—	3492 ,00	— 0 ,07
De Llébéria à Montsia	—	5316 ,47	— 0 ,27
De Montsia à Arès.....	—	1639 ,41	
D'Arès à Espadan	—	6222 ,99	— 0 ,40
D'Espadan à Mongò.....	—	1.2214 ,78	— 1 ,12
De Mongò à Formentera	—	1568 ,04	
De Montjouy à Formentera....	—	2.9972 ,96	— 1 ,86
Ci-dessus.....	—	2.9972 ,83	— 2 ,13
Milieu	—	2.9972″,895	— 1″,995

Ainsi l'amplitude géodésique cherchée a exactement pour valeur..... $\varphi = 2^{g}.9974{,}89$

et en refaisant le calcul de la page 21 (1^er^ mémoire), la distance méridienne de Montjouy à Formentera est réellement de..... 153673^T^,6

résultat qui est décidément en excès de 68^T^,43 sur celui de la commission du Bureau des longitudes, et de 10^T^,85 sur notre première détermination, par suite de l'omission de quelques termes du troisième ordre dépendant de l'excentricité de l'ellipsoïde osculateur sur lequel ont été projetés tous les triangles de la méridienne.

Par la formule

$$P = -K\cos.Z - \tfrac{1}{2}\frac{K^2}{N}\sin.^2 Z\,\text{tang.}\,H + \tfrac{1}{6}\frac{K^3}{N^2}\sin.^2 Z\cos.Z\,(1+3\,\text{tang.}^2 H)$$

qui donne immédiatement, en mesures métriques, la projection méridienne des côtés des triangles, et qui n'est susceptible d'aucune correction relative à l'aplatissement de la terre (n° 1), l'arc méridien cherché est de ..... 153674^T^,43

résultat presque identique avec le précédent; et la distance méridienne de Matas à la Morella, évaluée par la commission à..... 315552^m^,0

est au contraire de ..... 315682 ,5

Erreur..... 130^m^,5

ou 67 toises à très-peu près. Mais quelle est la source de cette erreur? c'est ce qu'il importe peu de savoir, maintenant que nous en connaissons la mesure exacte.

6. Voici donc, selon nous, les longueurs *définitives* des diverses parties de la méridienne :

	en toises.	en mètres.
De Greenwich à Dunkerque.....	25241,9	49197,39
De Dunkerque au Panthéon.....	124944,8	243521,99
Du Panthéon à Montjouy.....	426672,1	831599,53
De Montjouy à Formentera (par un milieu).....	153674,0	299516,25
Arc mér. de Greenwich à Formentera	730532,8	1423835,16

Cet arc total ayant une amplitude céleste de 12° 48′ 43″,89, le degré moyen qui en résulte est de 111131^{m},2, et son milieu répond à la latitude de 45° 4′ 18″,05. En ne prenant que la distance de Dunkerque à Montjouy, ce degré est de 111147^{m},2 à la latitude de 46° 11′ 57″,54.

Mais voici un tableau qui fera mieux connaître les rapports des degrés entre eux.

STATIONS.	LATITUDES OBSERVÉES.	LONGUEURS DES DEGRÉS		CHANG. pour 1°
		SELON DELAMBRE.	SELON NOUS.	selon nous.
Greenwich....	51°28′40″,00	m	m	
		111284,5	111284,5	m
Dunkerque....	51. 2. 8,50			— 14,0
		111266,0	111266,0	
Panthéon.....	48.50.49,37			— 11,1
		111230,2	111238,8	
Evaux.....	46.10.42,54			— 63,2
		111051,8	111060,5	
Carcassonne...	43.12.54,30			— 13,9
		111018,0	111026,7	
Montjouy.....	41.21.46,58			+ 5,1
		110991,6	111040,6	
Formentera....	38.39.56,11			

En combinant l'arc total ci-dessus de $73o532^{T},8$ avec celui de l'équateur, tel que Delambre l'a corrigé, et supposant la terre elliptique, on trouve $\frac{1}{303}$ d'aplatissement et le quart du méridien de 5131658 toises, ou de 10001789 mètres. Ainsi, d'après nos résultats, qui nous paraissent incontestables, la longueur du mètre, provenant des mesures de France et du Pérou, serait théoriquement de . . . . . $3^{pi}.\ o^{po}.\ 11^{l}.375$
mais sa longueur légale est de . . . . . $3\ .\ o\ .\ 11\ ,296$

Donc la différence est de . . . . . $o\ ,079$
c'est-à-dire, de sept millièmes de ligne plus forte que celle énoncée dans notre premier mémoire.

Afin de mettre le lecteur à même de vérifier aisément ce dernier résultat, voici quelles sont les données et les formules dont il dérive.

Mesures de France.

Arc de méridien compris entre Greenwich et Formentera, d'après ce qui précède . . . . . $A = 73o532^{T},8$
Différence des latitudes de ses extrémités $\varphi = 12°\,48'\,43'',89$
Somme de ces latitudes observées. . . . . $\Phi = 90.\ 8.36\ ,11$

Mesures du Pérou.

Arc de méridien coupé par l'équateur et vérifié par Delambre . . . . . $A' = 176877^{T}$
Différence des latitudes des extrémités, en ayant égard aux signes qui les affectent $\varphi' = 3°\ 7'\ 3''$
Somme de ces latitudes, *idem*. . . . . $\Phi' = -\,3.2.1$

Formules donnant l'excentricité et l'aplatissement.

Soit π le rapport de la circonférence au diamètre, et

$$M = \frac{\pi}{180}(A\varphi' - A'\varphi)$$

$$N = A \sin. \varphi' \cos. \Phi' - A' \sin. \varphi \cos. \Phi$$

$$P = A \sin. 2\varphi' \cos. 2\Phi' - A' \sin. 2\varphi \cos. 2\Phi;$$

le carré de l'excentricité, ou e^2, sera donné par cette série

$$e^2 = \left(\tfrac{4}{3}\frac{M}{N}\right) - \tfrac{1}{2}\left(\tfrac{4}{3}\frac{M}{N}\right)^2 + \tfrac{5}{32}\frac{P}{N}\left(\tfrac{4}{3}\frac{M}{N}\right)^2 \ldots.$$

et l'aplatissement par cette autre série

$$\alpha = \tfrac{1}{2}e^2 + \tfrac{1}{8}e^4 \ldots.$$

Opérant par les logarithmes, et faisant attention que $\varphi = 12°,8121917$, et $\varphi' = 3°,1175$, on aura

$$M = 196{,}41\,;\ N = 39771{,}60\,;\ P = 155390.$$

$$e^2 = 0{,}00658460 - 0{,}00002168 + 0{,}00002645$$
$$= 0{,}00658937$$

Enfin

$$\alpha = 0{,}0032947 + 0{,}0000054$$
$$= 0{,}0033001 = \frac{1}{303{,}02}$$

Si l'on ne comparait avec les mesures du Pérou que la distance méridienne de Dunkerque à Montjouy, qui est de $551616^T{,}9$, corrigée de la petite discordance des bases de Melun et de Perpignan (page 24, mémoire précédent), on trouverait l'aplatissement de la terre de $\frac{1}{306}$. Enfin les degrés moyens de l'équateur, de l'Inde, de France et de Suède, soumis à la méthode des moindres carrés, donnent $\frac{1}{304{,}9}$.

Quant à l'aplatissement de l'ellipsoïde osculateur en France,

on le trouve de $\frac{1}{247}$ à très-peu près, en le déduisant des deux lignes de courbure qui se coupent vers le 45e degré de latitude, ainsi qu'on le verra plus particulièrement dans le deuxième volume de la *Nouvelle descript. géom. de la France,* qui est sous presse.

Calcul du quart du méridien et des deux demi-axes de la terre.

Le quart du méridien, en bornant l'approximation aux quantités du deuxième ordre par rapport à l'aplatissement, a pour expression

$$Q = \frac{\frac{1}{2}\pi A}{\frac{\pi}{180}\varphi - \frac{n}{m}\sin.\varphi\cos.\Phi + \frac{p}{m}\sin.2\varphi\cos.2\Phi}$$

formule dans laquelle

$$\frac{n}{m} = \frac{3}{4}e^2 + \frac{3}{8}e^4; \quad \frac{p}{m} = \frac{15}{64}e^4;$$

faisant alors $\alpha = \frac{1}{303}$ ou $e^2 = \frac{606}{(303)^2}$, on aura

$$\log. e^2 = 7.818702; \log. \frac{n}{m} = 7.6953591;$$

$$\log. \frac{p}{m} = 5.00705;$$

ensuite

$$\log. \tfrac{1}{2}\pi A = 6.0597597$$
$$\text{comp. log. dénom.} = 0.6504981$$
$$\log. Q. = 6.7102578;$$

de là

$$Q = 5131658^t. = 10001789^m.$$

Reste à déterminer les rayons a et b de l'équateur et du pôle : or on a, à cause du module μ des tables,

$$\log. a = \log. \frac{2Q}{\pi} + \mu\left(\tfrac{1}{2}\alpha + \tfrac{1}{16}\alpha^2\right)$$

$$\log. b = \log. \frac{2Q}{\pi} - \mu\left(\tfrac{1}{2}\alpha + \tfrac{1}{16}\alpha^2\right).$$

Partant

$$\log. a = 6.5148549 \text{ en toises.}$$
$$0.2898200$$

$$\log. a = 6.8046749 \text{ en mètres.}$$
$$a = 6377859^{m}$$

$$\log. b = 6.5134191 \text{ en toises.}$$
$$0.2898200$$

$$\log. b = 6.8032391 \text{ en mètres.}$$
$$b = 6356809^{m}$$

L'incertitude qui reste encore sur la véritable longueur du quart du méridien terrestre, malgré la précision des mesures géodésiques et astronomiques mises en comparaison, ne doit cependant affaiblir en rien l'intérêt qui est attaché à notre nouveau système métrique décimal, si remarquable par sa simplicité, et d'un usage si commode dans les transactions commerciales. Espérons donc qu'il passera à la postérité dans toute sa pureté originelle, maintenant surtout que, par une loi rendue dans la session de 1837, il se trouve purgé des dénominations et subdivisions anciennes qu'on avait si mal à propos appliquées aux mesures usuelles et tolérées dans les actes publics.

MÉMOIRE

SUR LES

DÉVIATIONS DE LA BOUSSOLE,

PRODUITES PAR LE FER DES VAISSEAUX,

PAR M. POISSON.

Lu à l'Académie des sciences, le 4 juin 1838.

LA force magnétique de la terre varie d'un lieu à un autre en direction et en intensité; elle dépend de la distribution des deux fluides magnétiques dans la masse du globe, qui ne nous est pas connue. Cette force et sa direction en un point donné ne peuvent donc être déterminées que par l'expérience. Ce sont les observations qui montrent, en effet, qu'en tous les points de l'hémisphère *boréal*, le pôle *austral* de l'aiguille aimantée s'abaisse au-dessous du plan horizontal mené par son point de suspension, et que ce même pôle s'élève au-dessus de ce plan dans l'hémisphère *austral*. Toutefois, la courbe qui sépare ces deux hémisphères magnétiques est une ligne à double courbure qui s'écarte notablement de l'équateur terrestre. A mesure que l'on s'éloigne, d'un côté ou de l'autre, de cette courbe où l'*inclinaison* est nulle, l'ex

périence a aussi fait voir que cet angle et l'intensité magnétique du globe augmentent suivant des lois que l'on ne connaît pas encore. Quant à la *déclinaison*, non-seulement elle varie sur chaque méridien et d'un méridien à un autre, mais en un point donné, l'observation nous a appris qu'elle change lentement, et que le pôle austral de l'aiguille passe même de l'est à l'ouest, ou réciproquement. A Paris, par exemple, la déclinaison qui avait lieu à l'est avant 1663 est devenue nulle dans cette année, a lieu maintenant à l'ouest, et paraît avoir atteint son *maximum*, d'environ 22 degrés et demi, vers 1820. L'aiguille horizontale éprouve aussi de petites variations diurnes; nous ne connaissons aucunement les causes de ces oscillations, ni celles des déplacements annuels, qui, vraisemblablement, affectent aussi la force magnétique du globe, et l'inclinaison en chaque lieu.

La déclinaison n'éprouvant que de petites variations dans la journée, et son changement d'un lieu à un autre, séparés par une petite distance, étant aussi fort petit, il s'ensuit qu'abstraction faite de l'action du fer d'un vaisseau sur la boussole, l'aiguille demeurera sensiblement parallèle à elle-même pendant quelques jours, quels que soient les changements de direction du navire dans cet intervalle de temps. Si donc, à une époque quelconque, on a déterminé par l'observation du soleil ou autrement l'*azimut* de la boussole, c'est-à-dire, l'angle qu'elle fait avec le méridien, cet azimut ne changeant pas durant plusieurs jours, l'observation de l'angle de la boussole et de l'axe qui va de la *poupe*, où elle est placée, à la *proue* du navire, fera connaître immédiatement l'azimut de cette droite, ou de la section principale de ce vaisseau; d'où l'on concluera ensuite la direction suivant

laquelle il est poussé par le vent. Mais les masses de fer que contient un vaisseau s'aimantent par l'action de la terre; elles agissent dans cet état sur la boussole, et la font dévier de sa direction naturelle. Or, cette déviation change de grandeur et de sens avec la direction du navire; par conséquent l'observation de l'angle que fait sa section principale avec la direction apparente de l'aiguille, ne pourra plus servir à déterminer exactement l'azimut de cette section. Pour fixer les idées, supposons que l'axe qui va de la poupe à la proue était d'abord perpendiculaire au plan du méridien magnétique vrai et dirigé à l'ouest; que dans cette position la déviation de l'aiguille s'élevait à 20 degrés, et avait aussi lieu à l'ouest de sa direction naturelle; que ce même axe soit venu à tourner de 180°, ou de l'ouest à l'est; et que, par l'effet du changement de direction du vaisseau, la déviation ait aussi passé de l'ouest à l'est, et soit toujours de 20 degrés. Il est évident qu'un observateur qui ne connaîtrait pas l'action du fer, et qui croirait, en conséquence, que l'aiguille est restée parallèle à elle-même, devrait juger que la rotation du vaisseau a été seulement de 180°—40°, ou de 140°; en sorte qu'il se tromperait de 40° sur la seconde direction du navire, en supposant qu'il eût déterminé exactement, par les procédés ordinaires, l'azimut de la section principale dans sa première direction. L'action du fer des vaisseaux a donné lieu quelquefois, dans les hautes latitudes, à des déviations de plus de 20 degrés, soit à l'ouest, soit à l'est, qui ont pu produire, conséquemment, des erreurs de plus de 40° dans les changements de directions d'un navire, conclus de l'observation de la boussole.

Cependant la connaissance de ces déviations ne remonte pas

à une époque fort ancienne. Wales, l'astronome du voyage de Cook, paraît être le premier qui les ait remarquées. Dans le voyage de d'Entrecasteaux, notre confrère, M. Beautemps-Beaupré, en a aussi observé, et il a justement signalé les erreurs qu'elles peuvent occasionner dans les relèvements des côtes, faits à bord des vaisseaux, au moyen de la boussole. Flinders a reconnu qu'elles augmentent, pour un même bâtiment, avec l'inclinaison magnétique; relativement aux directions du navire, il a cherché à lier entre eux les résultats des nombreuses observations de Wales, au moyen de formules empiriques qui se sont trouvées démenties par les observations postérieures. Enfin, dans ces derniers temps, on s'est beaucoup occupé de cet important phénomène; et dans les voyages de découverte au pôle nord, les officiers de la marine anglaise ont observé les grandes déviations que je viens de citer.

Les erreurs, dangereuses pour la navigation, qu'elles peuvent produire étant bien constatées, M. Barlow a proposé un moyen très-ingénieux de les éviter, ou de les amoindrir, qui a été effectivement employé avec succès dans la marine. Ce moyen consiste à placer dans le voisinage de la boussole une plaque de fer doux qui s'aimante, comme les autres masses de fer du vaisseau, par l'influence du globe, et qui, à raison de sa proximité de l'instrument, peut balancer leur action et ramener l'aiguille à sa direction naturelle. Par des essais, on détermine la position qu'on doit donner à la plaque pour qu'elle détruise cette action, autant qu'il est possible, dans toutes les directions du bâtiment autour de la boussole. S'il existe une telle position pour laquelle cette destruction ait lieu rigoureusement au point de départ du navire, qu'on

l'ait trouvée, qu'on y ait fixé la plaque, et que la distribution des masses de fer ne change pas pendant le voyage, il est aisé de s'assurer que la résultante de leurs actions et l'action de la plaque se détruiront encore, d'une manière complète, en tout autre point où la force magnétique du globe aura changé en grandeur et en direction. Mais si les déviations de l'aiguille n'ont été qu'imparfaitement détruites au lieu pour lequel la position de la plaque aura été fixée, il est à craindre qu'elles ne deviennent plus sensibles, et ne reparaissent en d'autres lieux. C'est, en effet, ce que l'expérience a fait voir : les déviations ayant été réduites, au moyen de la plaque, à quelques minutes, au départ de l'Angleterre, elles se sont retrouvées de quelques degrés à de hautes latitudes, dans des circonstances, il est vrai, où elles auraient été encore bien plus grandes, et de 20 à 30 degrés, sans le secours de cet instrument.

M. Barlow a aussi proposé un autre moyen d'employer ce même instrument : on transporte la boussole à terre, et l'on détermine par des essais, s'il est possible, des distances du centre de la plaque, soit au point de suspension de l'aiguille, soit au-dessus ou au-dessous du plan horizontal mené par ce point, qui soient telles que la déviation de l'aiguille ait le même sens et la même grandeur, pour chaque azimut de la plaque, que la déviation qui a lieu à bord du vaisseau, pour le même azimut de sa section principale, en vertu des masses de fer qu'il contient. Cela fait, on place le centre de la plaque dans le plan de cette section, aux distances de la boussole qui viennent d'être déterminées : l'auteur suppose ensuite que les actions de ce morceau de fer et du système des autres masses s'ajoutent sans se modifier mutuellement ; en sorte

que les déviations de la boussole soient doublées dans tous les azimuts, par l'addition de la plaque. Par conséquent, en un lieu quelconque du globe, si l'on observe successivement les angles que fait la direction apparente de la boussole avec la section principale du navire, sous l'influence de la plaque ainsi placée, et lorsque la plaque est assez éloignée de l'aiguille pour que cette influence soit sensiblement nulle, il est évident que l'excès du premier angle sur le second sera la déviation due aux masses de fer du vaisseau, et qu'en retranchant cet excès du second angle, on aura l'angle compris entre la section principale et le méridien magnétique; ce qui fera connaître la déclinaison vraie, lorsque l'azimut de cette section aura été déterminé par les procédés ordinaires. Mais l'hypothèse de l'auteur ne peut être rigoureusement exacte; car le fer du vaisseau, en même temps qu'il agit sur la boussole, influe aussi sur l'état magnétique de la plaque; et alors l'action de ce corps sur la boussole n'est plus la même, à bord du navire, qu'elle était à terre, en dehors de l'influence du fer de ce bâtiment. De cette différence, il peut résulter des erreurs dans le calcul de la déviation et de la déclinaison qui ne soient point insensibles à de hautes latitudes.

Maintenant, je me propose, dans ce mémoire, de déterminer directement l'inclinaison et la déclinaison vraies en un lieu quelconque du globe, d'après les observations de la boussole, faites à bord d'un vaisseau et sous l'influence du fer qu'il contient. Ce fer étant aimanté par la force magnétique de la terre, il est évident que son action sur l'aiguille sera proportionnelle à cette force. De plus, les composantes de cette action, relatives à trois axes rectangulaires qui passent constamment par les mêmes points du navire, ou sont

fixes dans son intérieur, ont pour expressions des fonctions linéaires, par rapport aux composantes de l'action du globe, suivant ces mêmes axes. C'est sur ce principe unique, résultant de la théorie du magnétisme, que mon analyse est fondée.

La force magnétique du globe est alors facteur commun à tous les termes de l'équation d'équilibre de la boussole, et en disparaît conséquemment. Les inconnus qui restent dans cette équation sont l'inclinaison et l'angle que fait, à chaque instant, le méridien magnétique avec la section principale du navire. Elle renferme, en outre, l'angle compris entre la direction apparente de l'aiguille et cette section, que l'on observe immédiatement, quel que soit l'azimut de cette même section, et qui fournit les données du calcul dans chaque lieu où le vaisseau se trouve. Elle contient, en outre, sous forme linéaire, cinq quantités dépendantes de la totalité et de la distribution du fer que le vaisseau renferme, dont les valeurs pourront toujours se déterminer au lieu de départ du vaisseau, où l'on aura mesuré à terre l'inclinaison et la déclinaison vraies : à cet effet, on fera, à bord du bâtiment, et pour des azimuts différents de sa section principale, un grand nombre d'observations de l'angle variable avec ces azimuts; il en résultera un pareil nombre d'équations de condition, desquelles on déduira les valeurs des cinq constantes, par la méthode des *moindres carrés*. Cela étant, en un autre lieu quelconque où le vaisseau se sera transporté, il suffira, pour deux directions de la section principale, comprenant un angle connu, d'observer les angles qu'elle fait avec la direction apparente de la boussole; et l'équation d'équilibre, appliquée successivement à ces deux données, fera connaître

les valeurs des deux inconnues qu'elle contient. Toutefois, le calcul numérique de ces valeurs pourrait être assez compliqué pour nuire à l'usage de la méthode, si l'on conservait à la question toute sa généralité. Mais dans les vaisseaux, les masses de fer sont généralement distribuées d'une manière symétrique, ou à très-peu près, de part et d'autre de la section principale ; or, cette circonstance rend nulles trois des cinq constantes; et, par suite, les expressions des deux inconnues prennent une forme très-simple, et seront très-faciles à réduire en nombres. On connaîtra donc, en chaque point de la course du vaisseau, l'inclinaison et la déclinaison vraies, après cependant qu'on aura déterminé, par les méthodes astronomiques, les azimuts de la section principale qui répondent aux deux observations, ou l'un de ces angles et la quantité angulaire dont le vaisseau aura tourné, d'une observation à l'autre.

Les masses de fer d'un vaisseau sont aussi situées, en grande partie, au-dessous du plan horizontal mené par le point de suspension de la boussole. Il est facile d'en conclure que si, pour fixer les idées, l'axe qui va de la poupe à la proue est d'abord compris dans le méridien magnétique et dirigé vers le nord, et qu'on fasse tourner le navire horizontalement, ces masses, aimantées par l'influence du globe, tendront, dans notre hémisphère, à entraîner le pôle austral de l'aiguille dans le sens du mouvement de la section principale, et à repousser le pôle boréal dans le sens opposé. Or, le calcul montre que pendant cette rotation du vaisseau indéfiniment prolongée, il pourra arriver deux cas distincts : dans l'un, le plus ordinaire, le pôle austral suivra d'abord la section principale jusqu'à une certaine limite ; puis il ré-

trogradera vers le méridien magnétique, le dépassera, y reviendra de nouveau, et ses positions d'équilibre relatives à tous les azimuts de cette section oscilleront de part et d'autre du méridien ; dans le second cas, ce pôle suivra la section principale pendant la première demi-révolution, la précédera pendant la seconde, et passera en même temps que ce plan dans celui du méridien. Ainsi, dans ce second cas, il y aura des directions du vaisseau où l'action des masses de fer l'emportera sur celle du globe, et produira même un retournement complet des deux pôles de la boussole. Le calcul montre également que pour chaque vaisseau le déplacement révolutif de l'aiguille aura toujours lieu, quelle que soit la distribution des masses de fer, en s'éloignant convenablement de l'équateur ; mais, jusqu'à présent, les navigateurs ne se sont pas encore assez approchés du pôle pour que cet effet ait pu être observé. Il y a aussi un cas singulier qui se rencontrerait difficilement dans la pratique, où les masses de fer seraient tellement disposées dans le navire, qu'en tous les lieux de la terre l'aiguille demeurerait constamment dans le plan de la section principale.

Non-seulement, dans le cas du déplacement révolutif de la boussole, sa déviation n'a pas de *maximum*, mais dans l'autre cas, où il en existe un, il ne répond pas, comme on pourrait le croire, à la direction de la section principale du navire perpendiculaire au méridien magnétique, et peut quelquefois s'en écarter beaucoup. Toutefois la déviation correspondante à cette direction jouit d'une propriété très-digne de remarque. En deux points quelconques du globe, aussi éloignés l'un de l'autre que l'on voudra, les tangentes de cette déviation sont entre elles comme les tangentes des inclinaisons magnétiques.

Ce théorème est indépendant de la distribution des masses de fer du navire; il suppose seulement qu'elle soit symétrique des deux côtés de la section principale, et qu'elle ne change pas dans le trajet d'un point à l'autre de la terre. Pour le vérifier, j'ai pris des observations faites en Angleterre et à la *baie de Baffin*, dans les voyages du capitaine Ross et du capitaine Parry. On ne verra pas, j'espère, sans quelque intérêt qu'au moyen de variations de la boussole observées à bord d'un même vaisseau, en deux lieux de la terre aussi éloignés l'un de l'autre, et de l'inclinaison mesurée en l'un de ces deux points, on puisse calculer, à moins d'un demi-degré près, l'inclinaison relative à l'autre.

En général, dans les diverses applications que j'ai pu faire des formules de ce Mémoire aux observations, le sens des déviations observées a toujours été celui que la théorie indiquait, et, en grandeur absolue, les différences entre le calcul et l'expérience ont aussi été peu considérables. Il y a lieu de croire qu'elles diminueraient encore, et pourraient être attribuées entièrement aux erreurs des observations, sur un vaisseau préparé d'avance, de manière que la distribution des masses de fer approchât autant qu'il est possible de la symétrie, de part et d'autre de la section principale. Mais dès à présent, l'accord du calcul et de l'observation est bien suffisant pour ne laisser aucun doute sur l'exactitude de la théorie et de ses applications à la pratique.

Puisque le problème présente deux inconnues à déterminer, l'inclinaison et la déclinaison vraies, il y faut employer deux données de l'observation; celles qu'exigent les formules de ce Mémoire, que j'ai citées jusqu'ici, sont les angles de la section principale du vaisseau et de la direction apparente

de la boussole, avant et après que l'on a fait tourner cette section d'un angle connu; mais on peut éviter cette manœuvre au moyen d'autres formules que l'on trouvera également dans mon mémoire, et dont l'application sera, je crois, plus immédiate, et par conséquent plus commode dans la pratique. Pour cela, je suppose que, sans changer la symétrie des masses de fer, on y ajoute un morceau de ce métal, assez rapproché de la boussole, pour en changer notablement la direction, et qui pourra être, par exemple, la plaque de M. Barlow, mais sans qu'elle soit assujettie à faire disparaître ou à doubler les déviations de l'aiguille. Par l'effet de cette addition, les deux constantes contenues dans l'équation d'équilibre prendront des valeurs différentes de celles qu'elles avaient auparavant, que l'on déterminera comme celles-ci au départ du navire, et qui dépendront de la position qu'on aura donnée à la plaque. Cela posé, lorsque le vaisseau sera parvenu à un point quelconque du globe, on observera, sans rien changer à sa direction, et sans connaître même l'azimut de sa section principale, les angles différents que fait cette section avec la direction apparente de la boussole, soit quand la plaque agit sur l'aiguille, soit lorsqu'elle en est assez éloignée pour ne plus exercer une action sensible; puis, au moyen de ces deux données de l'observation, on calculera facilement l'inclinaison et l'angle que fait la direction vraie de la boussole avec la section principale, en sorte qu'il ne restera plus qu'à orienter le bâtiment par les moyens ordinaires, pour connaître la déclinaison vraie au lieu de l'observation.

Quoique les déviations de la boussole produites par le fer des vaisseaux soient l'objet spécial de ce mémoire, j'ai ce-

pendant réuni, dans un premier paragraphe, les formules connues qui se rapportent aux directions et aux oscillations de l'aiguille horizontale et de l'aiguille d'inclinaison. J'ai aussi rappelé, dans ce même paragraphe, le procédé que j'avais indiqué autrefois, pour comparer les intensités de la force magnétique du globe, en deux lieux différents et à des époques éloignées l'une de l'autre, au moyen de deux aiguilles aimantées et librement suspendues, soumises à leur action mutuelle et à celle de la terre, et qui peuvent n'être pas les mêmes à ces deux époques. M. Gauss a fait plus que de l'indiquer, il a mis en pratique un procédé analogue à celui-là, dans lequel cet illustre géomètre a substitué la mesure des directions des aiguilles, à l'observation de leurs oscillations que j'avais proposée. En prenant implicitement pour unité de force, l'action attractive ou répulsive des fluides magnétiques, sous l'unité de masse et à l'unité de distance; en choisissant, en outre, le millimètre, la seconde sexagésimale, la masse dont le poids est un milligramme, pour unités de longueur, de temps, de quantité de matière, M. Gauss a trouvé 4,8085 pour le nombre qui exprimait à Gottingue et au milieu de 1832, la force magnétique du globe. Pour que l'on en pût conclure le rapport de cette force à la gravité, il faudrait que, sous des masses égales et à la même distance, le rapport de la puissance magnétique à l'attraction newtonienne nous fût connu. D'après l'observation de la pesanteur à la surface de la terre, la longueur de son rayon, sa densité moyenne déterminée par Cavendish, nous pouvons facilement connaître la mesure de cette attraction, c'est-à-dire la vitesse que l'attraction d'une masse homogène, sphérique et prise pour unité, imprimerait en une

unité de temps à un point matériel, d'une nature quelconque ainsi que la masse attirante, et situé à l'unité de distance du centre de ce corps. Mais quant à la mesure absolue du pouvoir magnétique, je ne vois aucun moyen de la connaître ni même de savoir, à la rigueur, si cette puissance varie avec le temps : au lieu du nombre 4,8085, déterminé à Gottingue, si l'on en trouvait un autre dans le même point du globe, mais à une époque très-éloignée de la nôtre, nous ne pourrions pas, en effet, décider si ce changement proviendrait de ce que la force magnétique de la tèrre aurait varié dans l'intervalle, par une cause locale ou générale, ou bien de ce que la puissance attractive ou répulsive, inhérente aux particules du fluide magnétique, serait devenue plus grande ou plus petite. Nous savons seulement que cette puissance est immensément plus grande que l'attraction universelle; mais, faute de pouvoir apprécier le rapport de l'une de ces forces à l'autre, nous ne pouvons pas non plus connaître quelle serait la vitesse que l'action magnétique du globe imprimerait au fluide magnétique qui viendrait à se détacher d'une aiguille aimantée. En faisant une supposition convenable sur le rapport de la puissance magnétique à l'attraction générale, on peut rendre cette vitesse, dans le sens vertical, égale à celle de la lumière, et même beaucoup plus grande; ce qui montre comment une certaine action d'un corps, sur des particules d'une extrême ténuité situées à sa surface, peut les lancer dans l'espace avec une immense vitesse, comme on le suppose, à l'égard du fluide lumineux, dans la théorie de l'émission. Dans les suppositions particulières que j'ai prises pour exemples de calcul, le poids du fluide libre, contenu dans l'une des aïguilles dont M. Gauss s'est servi, aurait une

grandeur assignable, égale à une très-petite fraction de milligramme, et le poids du fluide à l'état neutre, qu'elle renfermait également, demeurerait tout à fait inconnu. Mais il faut observer, à cette occasion, que dans la théorie du magnétisme, l'hypothèse que les deux fluides soient impondérables n'est pas essentielle, attendu que ces substances ne sortent jamais des corps de la plus petite dimension, et que les déplacements intérieurs qu'elles éprouvent dans l'acte de l'aimantation, sont regardés comme insensibles. Cette supposition est nécessaire à l'égard du calorique et des deux fluides électriques, parce que le poids des corps n'augmente ni ne diminue jamais d'une manière appréciable, quelque grandes que soient les quantités de chaleur et d'électricité qu'on y introduise. Elle l'est également par rapport au fluide lumineux qui se meut, dans la théorie de l'émission, avec une excessive vitesse, et qui n'exerce, cependant, aucune percussion d'un effet appréciable, sur les corps qu'il vient frapper en si grande abondance; ce qui exige que les masses, et par conséquent les poids de ses particules, soient insensibles, relativement aux masses et aux poids des molécules, dont sont composées les matières pondérables.

§ 1^er^. *Formules relatives à la direction et à l'intensité de la force magnétique du globe.*

(1) Dans tout ce mémoire, on désignera par la lettre G le centre de gravité de la boussole, et les deux pointes qui la terminent par A et B. Les trois points A, G, B, seront supposés sur une même droite, de part et d'autre de laquelle

l'aiguille sera symétrique et symétriquement aimantée, et qu'on appellera pour cette raison, l'*axe magnétique*. On supposera aussi l'aiguille dans un état magnétique permanent, c'est-à-dire, dans un état où la quantité de *fluide libre*, qui varie d'un point à un autre, demeurera constante pour chaque élément infiniment petit du volume, et y sera retenue par une action particulière de la matière de l'aiguille, que l'on appelle sa *force coercitive*.

Par le procédé de l'aimantation, des quantités égales des deux fluides contenus dans chaque élément du volume, sont un tant soit peu écartées l'une de l'autre, à peu près parallèlement à l'axe magnétique, et de manière que toutes les particules déplacées d'un même fluide se rapprochent d'une même extrémité A ou B de cette droite, et s'éloignent de l'autre. Or, en chaque point de la terre et au même instant, l'action magnétique du globe s'exerce avec une même intensité sur les quantités égales des deux fluides, et suivant des directions parallèles, mais opposées, de telle sorte, par exemple, que la composante verticale de cette action tend à abaisser les particules de l'un des deux fluides et à élever celles de l'autre. Si donc l'aiguille aimantée est suspendue librement à un fil vertical dont le prolongement passe par son centre de gravité G, et qu'elle soit soumise à la seule action de la terre, les forces motrices de tous ses points, transportées à ce centre, s'y détruiront deux à deux; et sans que ce point se soit déplacé, l'axe A G B prendra leur direction commune. Il en résultera deux états d'équilibre possibles, et différents l'un de l'autre par celle des deux pointes A ou B qui s'abaissera au-dessous du plan horizontal mené par le point G. Mais un seul de ces deux états sera *stable* et aura réellement lieu;

l'autre ne serait qu'*instantané*, et la moindre agitation le détruirait, ce qui empêchera qu'il ne puisse s'établir. Or, dans l'état d'équilibre stable de l'aiguille, la pointe A ou B qui s'abaissera effectivement, sera celle dont les particules magnétiques que la composante verticale de l'action du globe tend à abaisser, se sont rapprochées dans l'acte de l'aimantation.

L'observation fait voir qu'en tous les points de notre hémisphère magnétique, c'est la même extrémité d'une même boussole qui s'abaisse au-dessous du plan horizontal passant par son point de suspension, et que, de l'autre côté de l'équateur, c'est cette même extrémité qui s'élève au-dessus de ce plan. Cela étant, on appelle *pôle austral* de la boussole, la pointe qui s'abaisse dans l'hémisphère boréal, ou s'élève dans l'hémisphère austral, et *pôle boréal*, la pointe qui s'élève dans le premier hémisphère, ou s'abaisse dans le second. On appelle aussi *fluide austral*, celui dont les particules, dans l'acte de l'aimantation, se rapprochent du pôle austral de l'aiguille ou s'éloignent de son pôle boréal, et *fluide boréal*, celui dont les particules s'éloignent du premier des deux pôles ou se rapprochent du second. Les deux fluides magnétiques, ainsi que les deux pôles d'une aiguille, conservent, en conséquence, leurs dénominations respectives, en tous les points du globe. Pour la boussole que nous considérons, A sera le pôle austral, et B le pôle boréal.

(2) En la supposant toujours librement suspendue par son centre de gravité et soumise à la seule action magnétique de la terre, soit C la projection de A sur le plan horizontal mené par le centre G. Par ce point et dans ce plan, menons

une droite G N, comprise dans le plan du méridien terrestre et dirigée vers le nord ; le plan vertical de l'angle A G C sera le *méridien magnétique*, et l'angle C G N son azimut. On appelle aussi cet angle, la *déclinaison* de la boussole, et l'angle A G C son *inclinaison*. Nous ferons

$$C G N = \psi, \quad A G C = \theta;$$

et pour s'appliquer à toutes directions possibles, le premier de ces angles pourra s'étendre depuis — 180° jusqu'à 180°, et le second depuis — 90° jusqu'à 90°. Nous regarderons l'angle ψ comme positif ou comme négatif, selon que la droite G C tombera à l'ouest ou à l'est de G N ; ce qui reviendra au même que si l'on étendait cet angle depuis zéro jusqu'à 360°, en allant du nord au sud par l'ouest, et en revenant du sud au nord par l'est. Nous considérerons aussi l'angle θ comme positif ou comme négatif, suivant que la droite G A se trouvera au-dessous ou au-dessus de G C, ou du plan horizontal mené par le point G. D'après ce qu'on a dit dans le numéro précédent, θ sera positif en tous les points de notre hémisphère magnétique, et négatif de l'autre côté de l'équateur. Sur cette ligne, qui s'écarte notablement de l'équateur terrestre et n'est point une courbe plane, on a $\theta = 0$. A mesure que l'on s'en éloigne, l'inclinaison θ augmente dans chaque hémisphère ; en des points voisins des pôles de la terre, la boussole est verticale, et ces points s'appellent les *pôles magnétiques* du globe. On ne connaît pas la loi de l'accroissement de l'inclinaison, en allant de l'équateur à chacun des deux pôles boréal ou austral ; on sait seulement que, près de l'équateur, la tangente de l'inclinaison est sensiblement égale au double de la tangente de la latitude magnétique.

Des lignes sans déclinaison, ou pour lesquelles on a $\psi = 0$, vont d'un pôle magnétique à l'autre; elles sont à double courbure, et chacune se déplace, aussi bien que l'équateur, à la surface du globe. Les angles ψ et θ sont aussi soumis à de petites variations diurnes, qui paraissent liées à la présence du soleil sur l'horizon, et dont l'amplitude n'est pas partout la même et change avec le temps. En un même lieu et au même instant, ces deux angles qui se rapportent à la force directrice du globe, sont les mêmes, quelle que soit la boussole dont on ait fait usage pour les déterminer, et ne dépendent ni de son degré et de son mode d'aimantation, ni de la matière dont elle est formée. Ils seraient encore les mêmes, si l'aiguille n'avait aucune force coercitive, et qu'elle fût aimantée par l'influence de la force magnétique du globe.

A de hautes latitudes nord, on a observé des déclinaisons qui surpassent $+ 90°$, et s'approchent même beaucoup de $+ 180°$, de sorte qu'en ces lieux, le pôle austral de la boussole se dirige bien plus tôt vers le sud que vers le nord, contrairement à ce qui s'observe dans nos climats. Il s'ensuit aussi que près du pôle boréal de la terre, la composante de l'action magnétique du globe, parallèle au méridien, tend à pousser le fluide austral vers le midi, au lieu de l'attirer vers le nord. Par conséquent, il n'est point exact de définir le pôle austral d'une boussole, celui qui se dirige du côté du nord dans notre hémisphère, et le fluide austral, celui qui tend à se porter dans cette direction : les seules définitions des deux pôles contraires d'une aiguille aimantée et des deux fluides magnétiques, qui conviennent à tous les lieux du globe, sont celles qu'on a données dans le numéro précédent.

(3) Je désigne par a et b les longueurs des deux parties A G et B G de l'axe A G B, qui pourront n'être pas égales. Soit aussi O un point quelconque de cette droite; et représentons sa distance au point G, par u que nous considérerons comme une variable positive ou négative, selon que O appartiendra à A G ou à G B, de sorte que ses valeurs s'étendront par des différentielles positives, depuis $u = -b$ jusqu'à $u = a$. Concevons l'aiguille divisée en tranches infiniment minces, dont ces différentielles soient les épaisseurs. Relativement à la tranche qui répond au point O, soit $ll\,du$ la quantité de fluide libre qu'elle contient, et que nous regarderons comme positive ou comme négative, selon que ce sera le fluide austral ou le fluide boréal qui s'y trouvera en excès. La quantité ll sera une fonction de u, dépendante de la distribution des deux fluides le long de l'aiguille, ou de son mode d'aimantation. Comme dans cette opération, les particules des deux fluides n'éprouvent que des déplacements d'une étendue insensible, il s'ensuit que cette fonction passera du positif au négatif, pour des valeurs de u dont la différence sera également insensible. Les quantités des deux fluides seront, en conséquence, égales entre elles, non-seulement dans l'aiguille entière, mais même, sans aucune différence appréciable, dans toute portion de l'aiguille, d'une grandeur sensible suivant toutes ses dimensions; on aura donc, en particulier,

$$\int_{-b}^{a} ll\,du = 0,$$

et généralement,

$$\int_{v}^{v+\varepsilon} ll\,du = 0,$$

en désignant par v et $v + \varepsilon$, deux valeurs de u dont la différence ε sera aussi petite que l'on voudra, pourvu qu'elle soit excessivement grande, eu égard aux déplacements insensibles des deux fluides.

L'intégrale $\int_{-b} u\,ll\,du$ qui entrera dans les moments de l'action magnétique du globe sur la boussole rapportés à ses différents axes de rotation, ne sera pas nulle comme la précédente $\int_{-b}^{a} ll\,du$. Dans l'acte de l'aimantation, les particules du fluide austral s'étant rapprochées de A, ou éloignées de B, et celles du fluide boréal s'étant, au contraire, rapprochées de B ou éloignées de A, il en résulte que cette intégrale $\int_{-b}^{a} u\,ll\,du$, prise ainsi depuis B jusqu'à A, sera toujours une quantité positive; en sorte que l'on pourra faire

$$\int_{-b}^{a} u\,ll\,du = \mu\,l,$$

en désignant par l la longueur totale $a + b$ de l'aiguille, et par μ une quantité de fluide, positive ou formée de fluide austral.

L'expression numérique de μ dépendra de l'unité de masse que l'on choisira arbitrairement, mais qui devra être la même pour cette masse de fluide impondérable, et pour toute autre masse que l'on considérera dans le calcul. Par exemple, si l'on désigne par m la masse de l'aiguille, les nombres

μ et m devront être rapportés à une même unité, et $\frac{\mu}{m}$ sera, en conséquence, un nombre abstrait et indépendant de cette unité, mais d'une grandeur insensible par la nature de μ. Il sera bon de remplacer l'intégrale d'où dépend cette quantité μ par la somme de deux autres intégrales, qui s'étendront toujours à la longueur entière de l'aiguille, mais dont l'une se rapportera au fluide boréal, et l'autre au fluide austral, c'est-à-dire, la première à des valeurs positives ou nulles de ll, et l'autre à des valeurs négatives ou nulles de cette fonction de u. En les indiquant respectivement par les caractéristiques $\int'$ et $\int_{,}$, on aura

$$\int_{-b}^{a} u\,ll\,du = \int_{-b}^{'a} u\,ll\,du + \int_{,-b}^{a} u\,ll\,du.$$

A masse égale, les poids des deux fluides magnétiques doivent être supposés égaux, comme ceux de toutes les autres sortes de matières. Si donc on appelle ϖ le poids du fluide libre, tant austral que boréal, qui est contenu dans l'aiguille aimantée que nous considérons, $\frac{1}{2}\varpi$ sera le poids de chacun des deux fluides auxquels les intégrales $\int'$ et $\int_{,}$ se rapportent; en désignant par g la pesanteur, par l' et $l_{,}$, les distances au point B, des centres de gravité du fluide austral et du fluide boréal, on aura donc, par les formules connues,

$$\tfrac{1}{2}\varpi l' = g\int_{,-b}^{a} u\,ll\,du, \quad \tfrac{1}{2}\varpi l_{,} = -g\int_{,-b}^{a} u\,ll\,du.$$

Lorsque l'aiguille sera symétrique et symétriquement aimantée de part et d'autre du point A, ces distances l' et $l_{,}$ seront à très-peu près égales à $\frac{1}{2}l$; dans tous les cas on aura $l' > l_{,}$, et l'excès de l' sur $l_{,}$, que je désignerai par δ, sera de l'ordre de petitesse des déplacements que les particules des deux fluides ont éprouvés le long de l'aiguille, dans l'acte de l'aimantation. Cela étant, au moyen des équations précédentes et de la valeur de $\mu\, l$, on aura

$$\varpi = \frac{2\mu g l}{\delta}.$$

Or, ainsi qu'on l'a expliqué dans le préambule de ce mémoire, le poids ϖ peut avoir une grandeur assignable; mais comme il ne doit jamais surpasser le poids de l'aiguille, et qu'il en est sans doute une très-faible partie, il faut que que le poids de la masse désignée par μ soit excessivement petit, puisque au contraire le rapport $\frac{l}{\delta}$ doit être excessivement grand.

(4) Je représente maintenant par le produit $\varphi\, ll\, du$, la force motrice de $ll\, du$, due à l'action magnétique du globe, et équivalente, abstraction faite du signe, à un poids infiniment petit. Le coefficient φ exprime ce qu'on appelle une force accélératrice, qui sera constante en grandeur et en direction, dans toute la longueur de l'aiguille, et positive pour les deux fluides. L'intégrale totale de $\varphi\, ll\, du$ sera donc égale à $\varphi \int_{-b}^{a} ll\, du$, et par conséquent nulle; d'où il résulte, comme on l'a dit plus haut, que si l'aiguille est librement

suspendue à un fil vertical passant par son centre de gravité G, l'action du globe ne tendra pas à déplacer ce point G, et le fil conservera sa direction. L'aiguille ayant alors pris sa position d'équilibre, la force φ *ll d u* agira suivant la direction de l'axe magnétique, mais en poussant vers A ou vers B le fluide libre *ll d u*, selon qu'il sera austral ou boréal, c'est-à-dire, selon que la quantité *ll* sera positive ou négative. Quelle que soit la direction que l'on donne à l'aiguille lorsqu'elle ne sera pas librement suspendue, les composantes horizontale et verticale de la force φ demeureront toujours parallèles au méridien magnétique, et leurs valeurs, positives ou négatives, seront φ cos. θ et φ sin. θ. S'il s'agit de l'*aiguille d'inclinaison*, dont l'axe est maintenu forcément dans un plan fixe et vertical, la composante φ cos. θ se décomposera elle-même en deux autres forces horizontales, l'une perpendiculaire à un plan fixe et qui sera détruite par sa résistance, l'autre dirigée dans ce plan, et qui aura φ cos. θ . cos. α pour valeur, en désignant par α l'angle qu'il fait avec le méridien, ou son azimut magnétique.

L'expression numérique de φ dépendra des unités de temps et de longueur que l'on choisira arbitrairement. Le rapport $\frac{\varphi}{g}$ sera un nombre abstrait, indépendant du choix d'aucune unité. La force φ mesurera l'intensité de la force magnétique du globe, au lieu et à l'instant où l'on en déterminera la grandeur, de même que g est la mesure de la pesanteur.

En supposant qu'une particule de fluide, boréal ou austral, vînt à se détacher d'un corps quelconque, et qu'on ne lui imprimât aucune vitesse initiale, elle s'échap-

perait suivant la direction de cette même force φ, agissante en des sens opposés sur la particule suivant sa nature : dans les premiers moments, cette force demeurant sensiblement constante en grandeur et en direction, le mouvement de la particule serait rectiligne et uniformément accéléré, et elle parcourrait, dans la première unité de temps, un nombre d'unités de longueur égal à $\frac{1}{2}\varphi$. Si ces particules ainsi détachées étaient forcées par un moyen quelconque de se mouvoir verticalement, celles du fluide austral tomberaient vers la terre dans notre hémisphère, et les particules du fluide boréal s'élèveraient de bas en haut; l'inverse aurait lieu dans l'autre hémisphère; et, abstraction faite des signes, les unes et les autres acquerraient une vitesse égale à φ sin. θ, dans l'intervalle de temps pris pour unité, et assez petit pour que φ et θ ne varient pas sensiblement.

(5) Sans faire sortir l'axe A G B du méridien magnétique, on pourra toujours rendre horizontale la boussole, librement suspendue par son centre de gravité G, en fixant à un point H de cette droite un poids donné p, qui sera formé d'une matière non aimantée, afin de ne pas changer la quantité μ. Dans notre hémisphère, ce poids devra être placé entre G et le pôle B; en faisant G H $= h$, le moment du poids p par rapport au point G, sera égal à $p\,h$, dans la position horizontale de l'aiguille, où G A coïncidera avec G C; en même temps le moment par rapport au même point G, de la force verticale φ sin. θ . $ll\,du$ appliquée au point O, sera $u\,\varphi$ sin. θ . $ll\,du$; et conséquemment la somme des moments des composantes verticales de l'action magnétique du globe sur l'aiguille entière, aura pour

valeur $\varphi \sin. \theta \int_{-b}^{a} u\, ll\, d\, u$, ou $\mu\, l\, \varphi \sin. \theta$. On aura donc

$$p\, h = \mu\, l\, \varphi \sin. \theta ;$$

pour l'équation d'équilibre de la boussole horizontale; laquelle équation s'étendra à l'autre hémisphère, en y considérant h comme une quantité négative, ce qui revient à placer H sur la partie A G de l'axe magnétique, et en observant que l'angle θ est négatif dans cette partie de la terre.

On en déduit

$$\frac{\mu g}{p} = \frac{h}{l \sin. \theta} \cdot \frac{g}{\varphi} .$$

pour le rapport du poids de la quantité μ de matière au poids donné p; et comme ce rapport, quoiqu'il soit une grandeur finie, doit être cependant une fraction excessivement petite, il faut, au contraire, que la force φ soit excessivement grande par rapport à la pesanteur g.

Dans tous les azimuts, le poids p et les composantes verticales de la force magnétique du globe se balanceront en vertu de l'équation d'équilibre précédente. Si la force de torsion du fil de suspension de la boussole n'est pas nulle, il y aura un certain azimut dans lequel l'axe A G B, devenu horizontal, demeurera en repos, et que je représenterai par α, en supposant que ϵ soit l'azimut pour lequel cette force est zéro. L'angle de torsion sera alors égal à $\epsilon - \alpha$; et puisque le moment de la torsion est, comme on sait, proportionnel à cet angle, on pourra le représenter par $\gamma (\epsilon - \alpha)$, en désignant par $\frac{1}{2} \pi \gamma$ sa valeur correspondante à un angle droit, et, à l'ordinaire, par π le rapport de la circonférence au diamètre. D'un autre côté, dans ce même azimut α, le moment par rapport au point G de la force horizontale

φ cos. $\theta . ll\ d\ u$ appliquée au point O et parallèle au méridien, sera égal au produit de cette force et de la perpendiculaire u sin. α abaissée du point G sur sa direction; la somme des moments de toutes les composantes horizontales de l'action magnétique du globe, aura donc pour valeur φ cos. θ . sin. $\alpha \int_{-b}^{a} u\, ll\, d\, u$, ou $\mu\, l$ cos. θ . sin. α. Par conséquent, pour que ces forces fassent équilibre à la torsion, il faudra qu'on ait

$$\mu\, l\, \varphi \text{ cos. } \theta \text{ . sin. } \alpha = \gamma\, (\mathcal{E} - \alpha);$$

et en éliminant $\mu\, l\, \varphi$ au moyen de l'équation précédente, il en résultera

$$p\, h \text{ sin. } \alpha = \gamma\, (\mathcal{E} - \alpha) \text{ tang. } \theta;$$

ce qui servira à déterminer l'angle α, lorsque l'on aura mesuré la distance G H ou h, correspondante au poids donné p, ou à trouver cette distance, quand on aura observé l'angle α.

D'après la construction connue de la balance de torsion, on peut prendre à volonté l'angle $\mathcal{E}$, et le choisir en conséquence de manière que l'angle α ait une grandeur donnée. Si donc on y place successivement deux aiguilles horizontales différentes, on pourra faire en sorte que α soit le même pour l'une et pour l'autre. En désignant alors par $\mu_{,}$, $l_{,}$, $\mathcal{E}_{,}$, ce que deviennent μ, l, $\mathcal{E}$, relativement à la seconde aiguille, nous aurons

$$\mu_{,}\, l_{,}\, \varphi \text{ cos. } \theta \text{ . sin. } \alpha = \gamma\, (\mathcal{E}_{,} - \alpha);$$

d'où l'on conclura

$$\frac{\mu_{,}}{\mu} = \frac{(\mathcal{E}_{,} - \alpha)\, l}{(\mathcal{E} - \alpha)\, l_{,}},$$

pour le rapport des quantités inconnues μ et μ_1 qui répondent à ces deux aiguilles.

S'il s'agit d'aiguilles cylindriques, homogènes, aimantées à saturation, dont les longueurs soient l et l_1, et les diamètres d et d_1, Coulomb a trouvé

$$\gamma(\theta - \alpha) = k d^2 (l + q d), \quad \gamma(\theta_1 - \alpha) = k d_1^2 (l_1 + q d_1),$$

pour les expressions des deux moments de la torsion; k et q étant des quantités indépendantes des dimensions des deux aiguilles. Le rapport de μ_1 à μ dans les aiguilles de cette sorte, sera donc

$$\frac{\mu_1}{\mu} = \frac{d_1^2 (l_1 + q d_1) l}{d^2 (l + q d) l_1},$$

en fonctions de leurs longueurs et de leurs diamètres. Ce rapport ne saurait dépendre de l'angle α, que l'on aura choisi arbitrairement; il en résulte donc que la quantité q n'en dépend pas non plus, au lieu que k varie avec α, et est zéro pour $\alpha = 0$.

Coulomb a aussi conclu de ses nombreuses observations que pour deux aiguilles de formes semblables, les moments que nous considérons sont entre eux comme les cubes des dimensions homologues; d'où il résulte, d'après la dernière équation, que les valeurs de μ et μ_1 qui se rapportent à de telles aiguilles, sont entre elles comme les carrés de ces dimensions.

(6) La boussole étant horizontale et le zéro de la torsion coïncidant avec le méridien magnétique, si l'on en écarte l'axe AGB, en le faisant tourner autour de la verticale du point G, et si l'on abandonne ensuite la boussole à elle-

même, elle fera des oscillations horizontales, semblables aux oscillations verticales du pendule ordinaire, puisque tous ses points seront soumis à une force constante en grandeur et en direction, comme la pesanteur. Au bout d'un temps quelconque t, je désigne par ω l'angle compris entre G A et le méridien ; la somme des moments par rapport au point G, des composantes horizontales de la force magnétique du globe, sera alors égale à $\mu l \varphi \cos. \theta . \sin. \omega$; si l'on veut avoir égard à la torsion du fil, il faudra ajouter son moment $\gamma \omega$ à cette somme, et d'après l'équation connue du mouvement de rotation autour d'un axe fixe, qui est ici la verticale du point G, nous aurons

$$m \lambda^2 \frac{d^2 \omega}{d t^2} = - \mu l \varphi \cos. \theta . \sin. \omega - \gamma \omega,$$

en comprenant dans la masse m de la boussole, celle du poids p, et désignant par $m \lambda^2$ son moment d'inertie par rapport à cet axe, de sorte que λ soit une ligne dépendante de la forme et des dimensions de la boussole, dont on déterminera la longueur par les règles ordinaires.

Si l'amplitude des oscillations est très-petite, leur durée commune sera indépendante de la résistance de l'air, dont on a fait abstraction, et d'après cette équation, elle aura $\pi \sqrt{\frac{m \lambda^2}{\varphi \mu l \cos. \theta + \gamma}}$ pour valeur. En désignant donc par n le nombre de ces oscillations isochrones qui auront lieu dans un temps donné T, il en résultera

$$n^2 = \frac{(\mu l \varphi \cos. \theta + \gamma) T^2}{\pi^2 m \lambda^2}.$$

En ayant égard à la valeur de $p\,h$ du numéro précédent, appelant p' le poids mg de la boussole, et supposant, pour plus de simplicité, la quantité γ nulle ou négligeable, on tirera de cette dernière équation

$$\text{tang. } \theta = \frac{p\,h\,g\,T^2}{n^2\pi^2 p'\lambda^2};$$

formule qui fera connaître l'inclinaison θ, au lieu et à l'instant de l'observation, lorsqu'on aura mesuré la distance h et compté le nombre n des oscillations horizontales.

(7) Ainsi qu'on l'a déjà dit (n° 4), les composantes verticale et horizontale de la force magnétique du globe qui agit sur les points de la boussole d'inclinaison dans le plan vertical de son axe AGB, sont $\varphi \sin.\theta$ et $\varphi \cos.\theta \cdot \cos.\alpha$, en désignant par α l'azimut de ce plan. Si l'on appelle $\varphi_{,}$ leur résultante, on aura donc

$$\varphi_{,} = \varphi \sqrt{\sin.^2\theta + \cos.^2\theta \cdot \cos.^2\alpha}.$$

De plus, si l'on représente par $\theta_{,}$ l'inclinaison de cette boussole, dans son état d'équilibre, ou l'angle que fera alors la droite GA avec sa projection horizontale, et si l'on observe que cette direction de GA sera celle de $\varphi_{,}$, on en conclura

$$\varphi_{,} \sin.\theta_{,} = \varphi \sin.\theta, \quad \varphi_{,} \cos.\theta_{,} = \varphi \cos.\theta \cdot \cos.\alpha;$$

d'où l'on tire

$$\cot.\theta_{,} = \cot.\theta \cdot \cos.\alpha.$$

J'appelle $\theta_{,,}$ ce que devient $\theta_{,}$ dans un second azimut $\frac{1}{2}\pi - \alpha$, perpendiculaire au premier; on aura de même

$$\cot.\theta_{,,} = \cot.\theta \cdot \sin.\alpha;$$

et de ces deux équations, on déduit

$$\cot.^2\theta = \cot.^2\theta_{,} + \cot.^2\theta_{,,};$$

ce qui fera connaître l'inclinaison θ de la boussole librement suspendue, au moyen des inclinaisons $\theta_{,}$ et $\theta_{,,}$, plus faciles à observer, dans deux azimuts fixes et rectangulaires que l'on choisira à volonté. En faisant tourner la boussole d'inclinaison autour de la verticale du point G, on rencontrera deux directions pour lesquelles la boussole sera verticale; ce qui les rendra très-faciles à reconnaître : elles appartiendront à un même plan, perpendiculaire au méridien magnétique; et par conséquent la connaissance de ce plan déterminera aussi immédiatement la direction du méridien.

Je suppose qu'on fasse osciller, dans le plan dont l'azimut est α, l'axe AGB de la boussole d'inclinaison, et que leur amplitude soit très-petite. En désignant par $n_{,}$ leur nombre dans un temps donné T, nous aurons

$$n_{,}^2 = \frac{\varphi_{,} T^2 \mu l}{\pi^2 m \lambda_{,}^2};$$

formule qui se déduit de la valeur de n^2 du numéro précédent, en y supprimant la torsion du fil de suspension, et y remplaçant la force horizontale et constante $\varphi \cos.\theta$ par la force $\varphi_{,}$, aussi constante en grandeur et en direction, puis le moment d'inertie $m\lambda^2$ relatif à l'axe vertical, par celui qui se rapporte à l'axe horizontal, perpendiculaire à AGB, et passant par le point G, que l'on représente ici par $m\lambda_{,}^2$.

Si l'on fait successivement $\alpha = 0$ et $\alpha = 90°$, et par conséquent $\varphi_{,} = \varphi$ et $\varphi_{,} = \varphi \sin\theta$; et que l'on désigne par i et $i_{,}$ les valeurs correspondantes de $n_{,}$, on aura

$$i^2 = \frac{\varphi T^2 \mu l}{\pi^2 m \lambda^2}, \qquad i_1^2 = \frac{\varphi T^2 \mu l \sin. \theta}{\pi^2 m \lambda^3};$$

d'où l'on déduit

$$\sin. \theta = \frac{i_1^2}{i^2};$$

ce qui fournit encore un moyen de déterminer l'inclinaison θ de la boussole librement suspendue, au lieu et à l'instant où l'on aura compté les nombres d'oscillations désignés par i et i_1.

En un autre lieu ou à un autre instant, si le premier de ces deux nombres se change en i' pour la même boussole, et la force φ en φ', on aura aussi

$$i'^2 = \frac{\varphi' T^2 \mu l}{\pi^2 m \lambda^2},$$

et, par conséquent,

$$\frac{i'^2}{i^2} = \frac{\varphi'}{\varphi};$$

ce qui montre qu'en deux lieux ou à des instants différents, les intensités de la force magnétique du globe sont entre elles comme les carrés des nombres d'oscillations verticales d'une même boussole et en un même temps, observées à chaque fois dans le plan du méridien magnétique.

C'est au moyen de ce théorème que les observateurs ont reconnu la variation de cette force à la surface du globe, et son accroissement en allant de l'équateur au pôle. De la même manière, on pourrait aussi reconnaître si la grandeur de cette force varie dans la journée comme sa direction. Quant aux changements que son intensité peut éprouver à de longs intervalles de temps, dans un même lieu de la terre, ce moyen serait insuffisant pour les constater; car en obser-

vant, à des époques très-éloignées l'une de l'autre, les nombres désignés par i et i', on ne pourrait pas s'assurer que par des causes quelconques l'état magnétique de l'aiguille n'aurait pas changé dans l'intervalle, comme le suppose l'équation précédente.

(8) J'ai proposé dans la *Connaissance des temps* de 1828, une méthode pour comparer avec certitude le pouvoir magnétique du globe, ou la grandeur de la force φ, en différents lieux et à différentes époques, au moyen de deux aiguilles aimantées d'une manière quelconque, dont on observera les oscillations à diverses distances l'une de l'autre, sous leur influence mutuelle et sous l'influence magnétique de la terre. Ce procédé, dont je rappellerai seulement le résultat, conduit à une équation que l'on peut écrire ainsi:

$$\varphi^2 = \frac{N f \lambda \lambda_1 \sqrt{m m_1}}{r^3 \tau^2}. \qquad (a)$$

On représente par N un nombre abstrait, dont on déterminera la valeur par des règles données, et qui dépendra des rapports soit entre les distances successives des aiguilles, soit entre les durées de leurs oscillations. Avant de calculer cette valeur, on pourra choisir à volonté une de ces distances et une de ces durées, pour la ligne et le temps désignés par r et τ. On désigne aussi par m et m_1 les masses des deux aiguilles, et par $m\lambda^2$ et $m_1\lambda_1^2$ leurs moments d'inertie, rapportés à leurs axes respectifs de rotation. Enfin f exprime la force accélératrice qui résulterait de l'attraction ou de la répulsion entre deux quantités de fluide libre, égales à l'unité de masse, concentrées chacune en un point, et situées à

l'unité de distance l'une de l'autre. La formule (*a*) suppose la loi des forces magnétiques en raison inverse du carré des distances, auquel cas les masses de fluide libre, égales à l'unité, peuvent être distribuées uniformément dans deux sphères, dont les centres sont séparés par l'unité de distance et la somme des rayons est plus petite que cette unité. Si ces forces variaient en raison inverse d'une puissance n de ces distances, il faudra remplacer r^3 par r^{n+1} dans le second membre de cette équation.

Il y a ici trois unités distinctes que l'on peut choisir arbitrairement : l'unité de masse ou de quantité de matière, qui sera, par exemple, la masse dont le poids est un milligramme; les unités de longueur et de temps, qui seront, pour fixer les idées, le millimètre et la seconde sexagésimale. Le choix de ces deux dernières unités déterminera l'unité de force accélératrice; ce sera alors la force constante, capable de produire, dans l'unité de temps, une vitesse représentée par l'unité linéaire, c'est-à-dire, en une seconde, une vitesse d'un millimètre par seconde. Les expressions numériques de φ et f seront rapportées à cette unité de force; mais comme nous ne connaissons pas, et n'avons, je crois, aucun moyen de connaître la vitesse que la masse de fluide égale à l'unité, ou dont le poids serait un milligramme, imprimerait en une seconde à chaque particule de l'un ou l'autre fluide magnétique, située à un millimètre de distance du centre de cette masse, il s'ensuit que la valeur de f ne nous est pas donnée, et que l'équation (*a*) ne peut, en conséquence, déterminer la valeur absolue de φ. Il en serait de même si l'on prenait f pour unité de force, qui devrait toujours être la force capable de produire en une seconde, une vitesse d'un

millimètre par seconde, en conservant ces unités de temps et de longueur : nous ne saurions pas alors quelle est la quantité de fluide libre, dont l'action serait capable de cet effet, qu'il faudrait prendre pour unité de masse; et, faute de connaître cette unité, nous ne connaîtrions pas non plus les nombres par lesquels les masses m et m_1 devraient être représentées. Mais la formule (a), appliquée successivement aux résultats de deux expériences semblables, peut servir, comme nous l'avons dit, à la comparaison des valeurs de φ, à des lieux différents ou à des époques différentes, en admettant toutefois certaines hypothèses relatives à la puissance magnétique f.

En effet, on suppose, dans la théorie du magnétisme, cette force f égale pour les deux fluides, et indépendante de la matière des corps susceptibles d'aimantation, de sorte qu'elle est la même lorsque ces corps sont, par exemple, des aciers différents, du fer, du nickel, etc. On admet également que cette force ne varie pas avec le temps; ce qui serait néanmoins bien difficile à constater pour des époques séparées par de très-longs intervalles. Si donc on répète une seconde fois l'expérience à laquelle se rapporte l'équation (a), l'inconnue f ne changera pas; et si l'on désigne par φ', N', λ', λ_1', m', m_1', r', τ', ce que deviendront φ, N, λ, λ_1, m, m_1, r, τ, dans ce second cas, on aura

$$\varphi'^2 = \frac{\mathrm{N}' f \lambda' \lambda_1' \sqrt{m' m_1'}}{r'^3 \tau'^2};$$

par conséquent, en éliminant f entre cette équation et la précédente, il en résultera

$$\left(\frac{\varphi'}{\varphi}\right)^2 = \frac{\mathrm{N}' \lambda' \lambda_1' r^3 \tau^2}{\mathrm{N} \lambda \lambda_1 r'^3 \tau'^2} \sqrt{\frac{m' m_1'}{m m_1}};$$

formule dans laquelle on connaîtra les nombres

$$N,\ N',\ \frac{\lambda'\lambda'_{,}r^{3}}{\lambda\lambda_{,}r'^{3}},\ \frac{\tau^{2}}{\tau'^{2}},\ \sqrt{\frac{m'm'_{,}}{mm_{,}}},$$

indépendants des unités de masse, de temps, de longueur, que l'on aura choisies, et qui fera connaître, en conséquence, le rapport des forces φ' et φ, relatives aux lieux et aux époques où les deux expériences auront été faites. Les aiguilles employées dans la seconde pourront n'être pas les mêmes que celles dont on aura fait usage dans la première, pourvu que les unes et les autres, à raison de leur force coercitive, soient dans un état permanent d'aimantation, du moins pendant la durée de chaque expérience. Si elles étaient formées de fer doux, et seulement aimantées par influence, la distribution des deux fluides y varierait, soit pendant leurs oscillations, soit en les rapprochant ou les éloignant l'une de l'autre, ce qui exigerait que les formules précédentes fussent modifiées.

Comme dans toute équation qui contient des quantités de différentes natures, les valeurs numériques des deux membres de l'équation (*a*) augmentent ou diminuent suivant un même rapport, et demeurent toujours égales, lorsque l'on change arbitrairement les unités auxquelles ces diverses quantités sont rapportées. Si l'unité de longueur varie dans un rapport donné de n à 1, chacun des nombres r, λ, $\lambda_{,}$, varie dans le rapport inverse, ou de 1 à n; en même temps, la vitesse représentée par cette unité, que l'unité de force doit produire dans l'unité de temps, et par conséquent cette unité de force, varient aussi dans le rapport de n à 1, ce qui fait varier chacun des nombres correspondants aux forces φ et f, dans le rapport de 1 à n. D'où il résulte que les deux membres

de l'équation (*a*), réduits en nombres, varient dans le rapport de 1 à n^2, et demeurent égaux. Il en sera de même lorsque ce sera l'unité de temps qui variera dans un rapport donné de n' à 1, en augmentant ou diminuant : la force prise pour unité étant celle dont l'action, constante pendant l'unité de temps, engendre une vitesse représentée par un espace égal à l'unité linéaire et décrit dans l'unité de temps, il s'ensuit que cette force produira une vitesse plus petite ou plus grande en un temps plus long ou plus court, et qu'elle variera par conséquent dans le rapport de 1 à n'^2, ce qui fera varier les nombres qui représentent f et φ dans le rapport inverse, ou de n'^2 à 1 ; et comme le nombre qui exprimera τ^2 variera dans le rapport de 1 à n'^2, il en résulte que le second membre de l'équation variera dans le même rapport que le premier, savoir, dans le rapport de n'^4 à 1. Enfin, si l'on fait varier l'unité de masse dans un rapport donné de n'' à 1, le nombre qui représente la force φ, et conséquemment le premier membre de l'équation (*a*), ne changeront pas ; non-seulement le nombre qui représente f, mais la grandeur même de cette force variera dans le rapport de n'' à 1, puisqu'elle est l'attraction ou la répulsion magnétique, exercée à l'unité de distance par l'unité de masse ; en même temps le nombre qui exprime la masse $\sqrt{mm_1}$ variera dans le rapport de 1 à n'' ; au moyen de quoi le second membre de l'équation (*a*) ne changera pas, non plus que le premier.

(9) Pour déterminer la force φ, à Gœttingue, et au milieu de 1832, M. Gauss a fait usage (*) du procédé des

(*) *Annales de physique et de chimie*, T. LVII.

deux aiguilles observées à plusieurs distances successives l'une de l'autre, mais en remplaçant l'observation de leurs oscillations par celle de leurs directions dans l'état d'équilibre du système. En prenant pour unités le millimètre, la seconde sexagésimale, la masse qui a pour son poids le milligramme tel qu'il est à Gœttingue, et en conservant toutes les notations précédentes, les résultats que cet illustre géomètre a obtenus, reviennent à ces deux équations :

$$\frac{f\mu l}{\varphi \cos.\theta} = 43607400, \qquad \mu l \varphi \cos.\theta = 135457900,$$

dans lesquelles la quantité μ de fluide libre et la longueur l se rapportent à l'une des deux aiguilles qu'il a employées.

On en déduit

$$\frac{\varphi \cos.\theta}{\sqrt{f}} = 1{,}7626, \qquad \mu l \sqrt{f} = 76857000;$$

l'inclinaison θ, au 23 juin 1832, était 68° 29′ 26″; on avait $l = 300^{mm}$; d'où l'on conclut

$$\frac{\varphi}{\sqrt{f}} = 4{,}8075, \qquad \mu\sqrt{f} = 256190.$$

Si donc on répète la même expérience à Gœttingue et à une autre époque, et si l'on admet que la puissance magnétique f n'a pas varié dans l'intervalle, on en conclura, sans aucun doute, que la force magnétique du globe a changé ou est restée la même en ce lieu, selon que l'on trouvera une autre valeur ou la même valeur 4,8075 de $\frac{\varphi}{\sqrt{f}}$, rapportée aux mêmes unités de masse, de temps et de longueur. La valeur de $\mu\sqrt{f}$ variera avec l'aiguille à laquelle elle répondra, et avec son degré d'aimantation.

Sous le parallèle dont le sinus de la latitude est $\sqrt{\frac{1}{3}}$, désignons par g_1 la partie de la pesanteur qui est indépendante de la rotation du globe, ou de la force centrifuge qui en résulte. Soient aussi M la masse de la terre, R son rayon aboutissant à ce parallèle, F l'attraction universelle, rapportée, comme f, aux unités de masse et de distance, K l'espace qui serait parcouru dans le vide pendant le temps τ, en vertu de cette gravité g_1; nous aurons

$$g_1 = \frac{FM}{R^2}, \qquad K = \frac{1}{2} g_1 \tau^2, \qquad g_1^2 = \frac{2KFM}{\tau^2 R^2};$$

et l'équation (a) deviendra

$$\left(\frac{\varphi}{g_1}\right)^2 = \frac{N R^2 \lambda \lambda_1 \sqrt{m m_1}}{2K r^3 M} \cdot \frac{f}{F};$$

d'où l'on pourrait conclure le rapport de la force magnétique du globe à la gravité, si celui des forces f et F n'était pas inconnu.

D'après la valeur précédente de $\frac{\varphi}{\sqrt{f}}$ et la même équation (a), on aura aussi

$$\frac{N \lambda \lambda_1 \sqrt{m m_1}}{2K r^3} g_1 = (4{,}8085)^2,$$

et par conséquent

$$\left(\frac{\varphi}{g_1}\right)^2 = \frac{(4{,}8085)^2 R^2}{M g_1} \cdot \frac{f}{F}.$$

En désignant par ρ la densité moyenne de la terre, on a d'ailleurs

$$\frac{M}{R^2} = \frac{4\pi}{3} \rho R.$$

Le millimètre étant l'unité de longueur que suppose la valeur numérique de $\frac{\varphi}{\sqrt{f}}$, on devra prendre

$$R = 6369589000,$$

et ρ exprimera la masse d'un millimètre cube de terre à sa densité moyenne, ou cinq fois et demie la masse d'un millimètre cube d'eau. Si donc on appelle g' la pesanteur à Gœttingue, le produit $\rho g'$ sera le poids de ce volume d'eau, c'est-à-dire, cinq milligrammes et demi ; et comme le milligramme est l'unité de poids qui répond à l'unité de masse que l'on a choisie pour calculer $\frac{\varphi}{\sqrt{f}}$, il s'ensuit qu'il faudra prendre

$$\rho g' = 5,5.$$

Cette valeur sera aussi celle de ρg_1, attendu qu'à la latitude de Gœttingue, g' ne diffère pas sensiblement de g_1. On aura, en conséquence,

$$\frac{4\pi}{3}\rho g_1 = 23,0383.$$

Au moyen de ces diverses valeurs, il vient

$$\left(\frac{\varphi}{g_1}\right)^2 = \frac{(4,8075)^2}{(23,0383)(6369589000)} \cdot \frac{f}{F}.$$

Pour que la force φ soit excessivement grande par rapport à la gravité (n° 5), il faut donc que la fraction $\frac{F}{f}$ soit excessivement petite, ou qu'à masse et à distance égales, l'attraction ou la répulsion des fluides magnétiques surpasse l'attraction universelle dans une immense proportion.

En vertu des valeurs numériques 256190 et 4,8075 de $\mu\sqrt{f}$ et de $\frac{\varphi}{\sqrt{f}}$, jointes à l'équation précédente, nous aurons

$$\mu^2 g_1^2 = (23{,}0383)\,(256190)^2\,(6369589000).\,\frac{F}{f}.$$

Si donc la fraction $\frac{F}{f}$ était donnée, on connaîtrait aussi, au moyen de l'équation (n° 3), ou de

$$\varpi = \frac{2.300}{\delta}\cdot\mu g',$$

le poids en milligrammes, à Gœttingue, du fluide libre que contenait l'aiguille dont on s'est servi, et dont la longueur était de 300^{mm}. Or, à cause de l'extrême petitesse qu'on doit supposer à la ligne δ, on voit encore combien la fraction $\frac{F}{f}$ devra être extraordinairement petite, pour que ϖ ne surpasse pas le poids de l'aiguille, et en soit même une très-petite partie.

Enfin, supposons qu'une particule de fluide boréal se détache de cette aiguille, qu'elle se meuve verticalement, et soit poussée de bas en haut par la composante $\varphi \sin.\,\theta$ de la force magnétique du globe. En admettant, pour fixer les idées, que cette composante décroisse en raison inverse du carré de la distance au centre du globe, faisant à sa surface

$$\varphi \sin.\,\theta = g_1 r^2,$$

et désignant par r le rayon qui aboutit au parallèle de Gœttingue, et par v la vitesse de la particule, quand le mouvement sera devenu sensiblement uniforme, on trouvera, par les règles ordinaires,

$$\frac{v}{\sqrt{2g_1 r}} = \eta.$$

La quantité $\sqrt{2g_{,}r}$ est la vitesse qu'un corps acquerrait en tombant d'une hauteur r, en vertu d'une pesanteur constante et égale à $g_{,}$; on pourra rapporter cette vitesse et v à telles unités de temps et de longueur que l'on voudra; en prenant la seconde et le mètre pour ces unités, et 51°31′48″ pour la latitude de Gœttingue, on aura

$$g_{,} = 9,81645, \quad r = 6363871\ (*);$$

et si l'on suppose que v soit un multiple n de la vitesse de la lumière, on aura en même temps

$$v = n\ (30950000);$$

d'où il résultera

$$\eta = n\ (2768,9).$$

Au moyen des valeurs de $\varpi, \mu g_{,}, \frac{\varphi}{g_{,}}$, on a d'ailleurs

$$n^2\varpi\delta = 2.300.4,8075.256190.\sin.(68°\,29'\,26'').$$

Je prends, par exemple, un millionième de millimètre pour δ, qui doit être une partie excessivement petite de la longueur 300^{mm} de l'aiguille, l'un des facteurs du second membre de cette équation; je mets dans le premier, pour η sa valeur précédente : il vient

$$n^2\varpi = 89674700^{mmg}.$$

Pour $n = 1$, le poids ϖ serait beaucoup trop grand; si l'on veut qu'il soit un millième de milligramme, il faudra prendre

---

(*) Cette valeur et celle de R m'ont été communiquées par M. Puissant: elles supposent l'aplatissement $\frac{1}{304}$, qu'il a conclu des mesures géodésiques faites en France et au Pérou.

$n = 299456$, ou supposer la vitesse v égale à près de 300000 fois celle de la lumière. A cause de

$$\frac{\varphi}{g_i} = \frac{\eta^2}{\sin.(68°29'26'')},$$

la valeur numérique de $\frac{\varphi}{g_i}$ se composerait de 18 chiffres dans cette hypothèse, et la force attractive ou répulsive du globe sur les fluides magnétiques, telle qu'elle est actuellement à Gœttingue, serait égale à environ le cube d'un million de fois l'attraction que la terre exerce sur les points de sa surface situés sous le parallèle dont le sinus de la latitude est $\sqrt{\frac{1}{3}}$.

§ 2. *Formules relatives à la direction de la boussole, influencée par le fer du vaisseau.*

(10) Passons actuellement à l'objet spécial de ce mémoire. Supposons donc la boussole placée sur un vaisseau qui contient du fer aimanté par l'influence magnétique du globe, et proposons-nous de déterminer les déviations que l'action de ce fer produira dans la direction de l'axe AGB de l'aiguille.

Par le centre de gravité et de suspension G de cette aiguille, menons trois axes rectangulaires Gx, Gy, Gz : le premier, horizontal, compris dans le plan de la section principale du bâtiment, et dirigé de la poupe à la proue; le second, horizontal, perpendiculaire au premier, et dirigé à la gauche d'une personne placée à la poupe et tournée vers la proue; le troisième, vertical et dirigé dans le sens de la

pesanteur. Le vaisseau tournant autour de Gz, la section principale, qui le coupe en deux parties semblables, demeurera verticale; les axes Gx et Gy répondront successivement à tous les points de l'horizon : selon que Gx sera dirigé vers le nord ou vers le midi, Gy le sera vers l'ouest ou vers l'est; et quand Gx se dirigera vers l'ouest ou vers l'est, la direction de Gy sera vers le midi ou vers le nord.

Par l'effet de l'action du fer du vaisseau, l'axe de la boussole, librement suspendue à un fil passant par le point G, sortira du méridien magnétique et s'éloignera ou s'approchera du plan horizontal mené par ce point; la projection de GA sur ce plan ne sera plus la droite GC, comme précédemment (n° 2); elle s'écartera ou se rapprochera de la droite GN, intersection de ce plan et du méridien terrestre, dirigée du point G vers le nord; cette projection sera représentée par GC′, et nous ferons

$$\mathrm{NGC}' = \psi', \qquad \mathrm{AGC}' = \theta'.$$

Les angles ψ et θ exprimeront toujours la déclinaison et l'inclinaison vraies; l'angle C′GC sera la *déviation* horizontale de la boussole, produite par le fer du vaisseau: nous la désignerons par δ; et nous la regarderons comme positive ou comme négative, selon qu'elle aura lieu à l'ouest ou à l'est du méridien magnétique. L'angle ψ' étant compté de la même manière que ψ à partir de GN (n° 2), on aura alors

$$\delta = \psi' - \psi.$$

Soient aussi ω l'azimut de la section principale du bâtiment, compté à partir de GN, comme les azimuts ψ et ψ',

et ζ l'angle que fait cette section verticale avec le plan de l'angle C'GA; nous aurons

$$x\,G\,N = \omega, \qquad x\,G\,C' = \zeta;$$

et si nous considérons l'angle ζ comme positif ou comme négatif, selon que G C' tombera à la gauche ou à la droite de la personne placée à la poupe et tournée vers la proue, il en résultera

$$\psi' - \omega = \zeta.$$

L'observation immédiate fera connaître l'angle ζ; et cette donnée, relative à différents azimuts ω, nous servira, ainsi qu'on le verra dans la suite, à calculer, pour le lieu et l'instant de l'observation, les véritables valeurs de ψ et θ.

(11) Les composantes verticale et horizontale de la force magnétique du globe, représentée précédemment par φ (n° 4), seront toujours φ sin. θ et φ cos. θ; la seconde sera dirigée suivant G C; en la décomposant en deux autres, suivant G x et G y, leurs valeurs seront φ cos. θ . cos. x G C et φ cos. θ . sin. x G C; et comme on aura

$$x\,G\,C = C\,G\,N - x\,G\,N = \psi - \omega,$$

il en résulte que si l'on désigne par α, ϵ, γ, les composantes de φ parallèles aux axes Gx, Gy, Gz, on aura

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= \varphi \cos.\theta \,.\cos.(\psi - \omega), \\ \epsilon &= \varphi \cos.\theta \,.\sin.(\psi - \omega), \\ \gamma &= \varphi \sin.\theta. \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

On supposera les masses de fer du vaisseau assez éloignées de la boussole pour que leur action soit la même en grandeur et en direction sur les particules d'un même fluide magnétique, dans toute la longueur de l'aiguille. Soient alors

X, Y, Z, les composantes de cette force, parallèles aux axes Gx, Gy, Gz, et relatives, comme α, $\mathcal{C}$, γ, aux particules de fluide austral; celles de l'action totale du fer et du globe seront $X+\alpha$, $Y+\mathcal{C}$, $Z+\gamma$; quand l'aiguille sera en équilibre, ce sont ces composantes qui détermineront sa direction; et comme dans cet état la droite GA fera, par hypothèse, l'angle θ' avec sa projection horizontale GC', et cette projection, l'angle ψ' avec GN, ou $\psi'-\omega$ avec Gx, il s'ensuit qu'en désignant par φ' la résultante de ces trois forces, nous aurons

$$\begin{aligned} X+\alpha &= \varphi' \cos.\theta'.\cos.(\psi'-\omega),\\ Y+\mathcal{C} &= \varphi' \cos.\theta'.\sin.(\psi'-\omega),\\ Z+\gamma &= \varphi' \sin.\theta'. \end{aligned}$$

On en déduit

$$\left.\begin{aligned} \varphi' &= \sqrt{(X+\alpha)^2+(Y+\mathcal{C})^2+(Z+\gamma)^2},\\ \text{tang.}\,\theta' &= \frac{Z+\gamma}{\sqrt{(X+\alpha)^2+(Y+\mathcal{C})^2}},\\ (X+\alpha)\sin.(\psi'-\omega) &= (Y+\mathcal{C})\cos.(\psi'-\omega); \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

équations dans lesquelles on regardera les radicaux comme des quantités positives. Dans notre hémisphère magnétique, la composante γ est positive; mais près de l'équateur, où elle est très-petite, il est possible que la quantité Z soit négative et assez grande pour rendre tang. θ' négative; auquel cas le pôle austral A s'élèverait, à raison de l'action du fer du vaisseau, au-dessus du plan horizontal mené par le point G.

A cause de cette même action, le poids qu'il faudra attacher, comme dans le n° 5, en un point donné H de la droite GB, pour rendre la boussole horizontale, sera différent à terre et sur le vaisseau; par conséquent, le moment d'inertie

par rapport à Gz, de l'aiguille rendue horizontale, ne sera pas non plus le même dans les deux cas: nous représenterons la masse et ce moment par m et $m\lambda^2$ dans le premier cas, par m' et $m'\lambda'^2$ dans le second. Cela étant, si l'on est près de la côte, et que l'on fasse osciller successivement cette boussole à terre et sur le vaisseau, c'est-à-dire, en vertu des forces φ et φ', et qu'on représente par n et n' les nombres de ses petites oscillations dans un même intervalle de temps, on en conclura, d'après le n° 6 et abstraction faite de la torsion du fil de suspension,

$$\frac{\varphi' \cos. \theta'}{\varphi \cos. \theta} = \frac{n'^2 m' \lambda'^2}{n^2 m \lambda^2};$$

ce qui fera connaître suivant quelle proportion la composante horizontale de la force magnétique aura augmenté ou diminué par l'action du fer du vaisseau.

Non-seulement le poids qu'on attachera au point H variera avec cette action du fer, mais aussi avec l'inclinaison θ, en passant d'un lieu de la terre dans un autre. Mais ses variations ne pourront être considérables qu'à l'égard d'une aiguille librement suspendue à un fil vertical, passant par son centre de gravité; et dans le cas de la boussole dont on fait ordinairement usage à bord des vaisseaux, ce poids, nécessaire pour la ramener à l'horizontalité, n'éprouvera que peu de changement et demeurera toujours fort petit.

En effet, cette boussole est formée de deux parties fixées ensemble : l'une de cuivre, située à son milieu et qu'on appelle la *chape;* l'autre d'acier, que l'on aimante et qui forme l'aiguille proprement dite. Elle est posée sur une pointe dont l'axe est vertical, qui traverse la chape, et dont je désignerai par P l'extrémité, autour de laquelle la boussole peut

tourner comme sur un pivot. Avant l'aimantation, le centre de gravité G de la boussole entière se trouve dans l'axe de la pointe, au-dessous du point P; la droite P G est verticale, et l'axe AGB horizontal. Après l'aimantation, la partie G A s'abaisse dans notre hémisphère, l'autre partie G B s'élève, et le point G recule du côté de B, jusqu'à ce que le poids total de la boussole fasse équilibre, autour du point P, à la force magnétique agissant sur l'aiguille. Or, attendu que le poids de la chape est de beaucoup la partie la plus considérable du poids de la boussole entière, on conçoit que ce recul du point G devra être très-petit; l'inclinaison de G A sera donc aussi fort petite, et beaucoup moindre que l'inclinaison θ', qui aurait lieu dans le cas précédent, d'une aiguille librement suspendue à un fil; par conséquent, le poids qu'il faudra attacher au point H de G B pour rétablir l'horizontalité de la boussole ordinaire, sera également très-petit, par rapport à celui qu'il fallait employer dans l'autre cas; et pour maintenir cette horizontalité, lorsque l'on s'éloignera ou qu'on se rapprochera de l'équateur, il suffira d'augmenter ou de diminuer fort peu ce poids déjà très-petit.

Dans tous les cas, la troisième des équations (2), qui ne contient pas l'inclinaison θ' et que l'on peut écrire ainsi :

$$(X + \alpha) \sin. \zeta = (Y + \beta) \cos. \zeta, \quad (3)$$

sera l'équation d'équilibre de l'aiguille, à très-peu près ou tout à fait horizontale, et soumise aux actions simultanées des forces magnétiques du globe et du fer du vaisseau.

(12) Supposons que l'on substitue, soit à la boussole ordinaire, soit à l'aiguille librement suspendue à un fil, une boussole d'in-

clinaison aussi placée à la poupe du vaisseau. Si le plan vertical dans lequel son axe A G B sera forcé de tourner autour d'une droite fixe et passant par son centre de gravité G, est celui de la droite G C', l'inclinaison de G A ou l'angle de A G C', dans l'état d'équilibre de cette boussole, sera θ' comme pour l'aiguille librement suspendue et déviée de sa direction naturelle par l'action du fer du vaisseau. Si l'on fait tourner ce plan autour de la verticale G z d'un angle η, c'est-à-dire, de manière que son intersection avec le plan horizontal, mené par le point G, fasse avec G C' un angle donné η, l'inclinaison de G A, dans cet azimut, augmentera, et je la représenterai par $\theta_{,}$. La composante verticale de la force magnétique φ' sera toujours $\varphi' \sin. \theta'$; la composante horizontale $\varphi' \cos. \theta'$ se décomposera elle-même en deux autres : l'une, $\varphi' \cos. \theta' \sin. \eta$, perpendiculaire au plan donné et qui sera détruite; l'autre, $\varphi' \cos. \theta' . \cos. \eta$, comprise dans ce plan et qui aura son effet. En désignant par $\varphi_{,}$ la force magnétique qui aura lieu dans ce plan, sur tous les points de l'aiguille, on aura donc, pour les équations d'équilibre de la boussole d'inclinaison,

$$\varphi_{,} \sin. \theta_{,} = \varphi' \sin. \theta', \quad \varphi_{,} \cos \theta_{,} = \varphi' \cos. \theta' . \cos. \eta ;$$

d'où l'on déduit

$$\varphi_{,} = \varphi' \sqrt{\sin.^2 \theta' + \cos.^2 \theta' . \cos.^2 \eta}, \quad \cot. \theta_{,} = \cot. \theta' . \cos. \eta.$$

En supposant que l'angle η se change dans son complément $90^\circ - \eta$, et désignant par $\theta_{,,}$ ce que deviendra l'inclinaison $\theta_{,}$, on aura à la fois

$$\cot. \theta_{,} = \cot. \theta' . \cos. \eta , \quad \cot. \theta_{,,} = \cot. \theta' . \sin. \eta ,$$

et par conséquent,

$$\cot.^2 \theta_{,} + \cot.^2 \theta_{,,} = \cot.^2 \theta'.$$

Faisons aussi successivement $\eta = 0$ et $\eta = 90^\circ$, et désignons par $n_{,}$ et $n_{,,}$, les nombres des petites oscillations verticales de la boussole, en un même intervalle de temps, dans les plans correspondants à ces deux valeurs de η, c'est-à-dire, dans les plans verticaux de la droite GC′ et de la perpendiculaire à GC′. Le rapport des carrés $n_{,}^{2}$ et $n_{,,}^{2}$ sera égal à celui des forces $\varphi_{,}$ qui répondent aussi à $\eta = 0$ et à $\eta = 90^\circ$, et dont les valeurs sont φ' et φ' sin. θ' ; en sorte que l'on aura

$$\frac{n_{,,}^{2}}{n_{,}^{2}} = \sin.\theta'.$$

Cette équation et la précédente sont semblables à celles qui ont lieu en dehors de l'influence du vaisseau (n° 7); l'une ou l'autre fournira le moyen de déduire des inclinaisons $\theta_{,}$ et $\theta_{,,}$ observées dans des plans verticaux, ou des nombres d'oscillations $n_{,}$ et $n_{,,}$ dans de pareils plans, l'inclinaison θ', qu'il serait impossible de déterminer en mer, au moyen de l'aiguille librement suspendue à un fil.

(13) D'après la théorie et les formules générales du magnétisme, telles qu'elles sont exposées dans mes mémoires sur cette matière (*), les composantes X, Y, Z, de l'action magnétique de tout système de corps aimantés par la seule influence de la terre, sont des fonctions linéaires des composantes $\alpha, \mathcal{C}, \gamma$, de la force directrice du globe; les unes et les autres étant rapportées aux mêmes axes, et répondant au même lieu et au même instant. Quelles que soient les masses de fer,

(*) T. VI et VII des Mémoires de l'Académie.

du vaisseau, on aura donc

$$\left.\begin{aligned} X &= A\alpha + B\beta + C\gamma, \\ Y &= D\alpha + E\beta + F\gamma, \\ Z &= G\alpha + H\beta + K\gamma; \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

A, B, etc., désignant des coefficients indépendants de α, β, γ. Ces neuf coefficients varieront avec la forme et le volume des masses de fer, leurs dispositions respectives et leurs situations par rapport aux axes Gx, Gy, Gz; elles demeureront les mêmes, si aucune de ces choses ne vient à changer; ce qui a lieu en effet, dans le cas d'un vaisseau où la distribution et la quantité du fer n'éprouvent aucun changement, tandis que tous les points du bâtiment se meuvent suivant des directions parallèles, ou bien en tournant autour de Gz, de manière que cette verticale rencontre toujours le vaisseau dans les mêmes points : sans cette dernière circonstance, et, par exemple, dans les mouvements de *roulis* et de *tangage*, le vaisseau change de position relativement à la verticale Gz; ce qui peut donner lieu à de petites variations dans les valeurs de A, B, etc. Quant aux valeurs de α, β, γ, elles changeront pendant les mouvements de translation et de rotation du vaisseau, soit à raison du changement d'intensité et de direction de la force φ, en passant d'un lieu à un autre de la terre, soit à cause de l'angle ω ou $x\,G\,N$, qui varie par l'effet de la rotation autour de Gz, et qui entre dans les formules (1).

Dans les mémoires cités, j'ai démontré un théorème général, suivant lequel l'action sur un point extérieur de tout système des corps aimantés par une influence magnétique, comme celle de la terre, et soumis à leur propre influence, résultant

de cet état d'aimantation, est la même en grandeur et en direction, que si l'on remplaçait l'action de chaque corps par celle d'une couche extrêmement mince des deux fluides, qui recouvrirait sa surface, et dont l'épaisseur et la nature, en chaque point, seraient convenablement déterminées. On trouvera, dans ces mémoires, les équations nécessaires et suffisantes pour cette détermination; mais ce n'est que dans des cas très-particuliers que je suis parvenu à les résoudre, savoir, dans le cas d'une sphère pleine ou creuse, et dans celui d'un ellipsoïde allongé ou aplati, qui peut comprendre les cas des aiguilles et des plaques, en supposant très-grand l'allongement ou l'aplatissement. Mais relativement à une ou plusieurs sphères, dont l'état magnétique dû à l'action de la terre est en outre modifié par leur influence mutuelle, et, à plus forte raison, pour un système de corps, comme les masses de fer qu'un vaisseau renferme, on ne peut pas espérer de déterminer par le calcul son action sur la boussole, et c'est nécessairement à l'expérience qu'il faut avoir recours pour y parvenir, c'est-à-dire, pour déterminer les valeurs numériques des coefficients A, B, etc., ainsi qu'on va l'expliquer.

(14) Si nous faisons

$$A + 1 = A', \quad E + 1 = E',$$

et si nous substituons les formules (1) dans les formules (4), puis celles-ci dans l'équation (3), la force φ se trouvera facteur commun à tous les termes des deux membres, et en le supprimant, nous aurons

$$\begin{aligned}&[A' \cos.\theta \,.\, \cos.(\psi - \omega) + B \cos.\theta \,.\, \sin.(\psi - \omega)\\ &+ C \sin.\theta] \sin.\zeta = [D \cos.\theta \,.\, \cos.(\psi - \omega) \qquad (5)\\ &+ E' \cos.\theta \,.\, \sin.(\psi - \omega) + F \sin.\theta] \cos.\zeta.\end{aligned}$$

En divisant aussi tous ses termes par l'une des six constantes A′, B, C, D, E′, F, que cette équation renferme, elles se réduiront à cinq, que l'on déterminera de la manière suivante.

Au lieu du départ, l'inclinaison et la déclinaison θ et ψ sont connues par des observations faites à terre. Si l'on fait tourner le vaisseau autour de Gz, les angles ω et ζ, ou N G x et C′ G x', seront les seules quantités qui varieront dans l'équation précédente; ces angles étant ceux que fait la section principale du vaisseau avec le méridien terrestre et avec le plan vertical dans lequel la boussole se dirigera à bord, on les connaîtra par l'observation immédiate. En faisant un grand nombre de semblables observations, et substituant successivement dans l'équation (5), les valeurs de ω et ζ qui se correspondront, il en résultera un pareil nombre d'équations linéaires par rapport aux cinq constantes inconnues, desquelles on déduira, par la méthode des *moindres carrés*, des valeurs de ces cinq quantités, aussi exactes qu'on pourra le désirer.

Pour l'objet qu'on se propose dans ce mémoire, il suffira de connaître celles des constantes A, B, etc., qui entrent dans les expressions de X et Y, et les constantes G, H, K, que Z renferme, pourront demeurer inconnues. Mais si l'on voulait aussi les déterminer, on y parviendrait au moyen des valeurs de l'inclinaison θ', observées à bord du vaisseau pour un grand nombre de valeurs différentes de ω. La seconde équation (2) peut effectivement s'écrire ainsi :

$$G\cos.\theta.\cos.(\psi-\omega)+H\cos.\theta.\sin.(\psi-\omega)+K'\sin.\theta=\Omega,$$

en y substituant les valeurs de X, Y, Z, puis celles de α, $\mathcal{C}$, γ; divisant ensuite tous les termes par le facteur φ, qui leur sera commun; et faisant

$$K+1=K',\ \frac{1}{\varphi}\text{tang.}\,\theta'.\sqrt{(X+\alpha)^2+(Y+\mathcal{C})^2}=\Omega.$$

Pour chaque couple de valeurs correspondantes de ω et θ', cette formule fournira une équation dans laquelle G, H, K', seront les seules inconnues; et de ces équations, au nombre de trois au moins, on déduira les valeurs de ces trois constantes. Il est inutile de dire que les observations de θ' devront être faites au moyen de la boussole d'inclinaison proprement dite, placée à chaque fois dans le plan de la droite GC', ou bien dans deux plans rectangulaires et fixes, pour lesquels on observera à chaque fois les angles $\theta_{,}$ et $\theta_{,,}$, qui feront connaître (n° 12) la valeur de θ'.

(15) Maintenant, si le vaisseau se transporte en un autre lieu de la terre, et que l'on ne fasse aucun changement dans les masses de fer qui s'y trouvent, les quantités A', B, C, D, E', F, ne changeront pas non plus; mais les angles ψ et θ varieront et deviendront inconnus. En un lieu quelconque, l'observation immédiate fera connaître l'angle ζ ou C'Gx, sans même que l'on connaisse l'angle ω, ou l'orientation du bâtiment. Si l'on fait tourner le vaisseau autour de la verticale Gz, de manière que ω augmente d'un angle donné $2\omega_{,}$, positif ou négatif, l'angle ζ changera; sa nouvelle valeur pourra encore être observée immédiatemeut, et je la désignerai par $\zeta_{,}$. Cela posé, en faisant

$$\psi - \omega - \omega_{,} = \psi_{,,}$$

l'équation (5), appliquée successivement aux deux observations de la boussole, donnera

$$\begin{aligned}&[(A' \cos.\psi_{,} + B \sin.\psi_{,})\cos.\theta.\cos.\omega_{,}\\ &- (A' \sin.\psi_{,} - B\cos.\psi_{,})\cos.\theta.\sin.\omega_{,} + C\sin.\theta]\sin.\zeta\\ &= [(D\cos.\psi_{,} + E'\sin.\psi_{,})\cos.\theta.\cos.\omega_{,}\\ &- (D\sin.\psi_{,} - E'\cos.\psi_{,})\cos.\theta.\sin.\omega_{,} + F\sin.\theta]\cos.\zeta,\end{aligned}$$

$$[(A' \cos.\psi_{,} + B \sin.\psi_{,}) \cos.\theta . \cos.\omega_{,}$$
$$+ (A' \sin.\psi_{,} - B \cos.\psi_{,}) \cos.\theta . \sin.\omega_{,} + C \sin.\theta] \sin.\zeta_{,}$$
$$= [(D \cos.\psi_{,} + E' \sin.\psi_{,}) \cos.\theta . \cos.\omega_{,}$$
$$+ (D \sin.\psi_{,} - E' \cos.\psi_{,}) \cos.\theta . \sin.\omega_{,} + F \sin.\theta] \cos.\zeta_{,}.$$

En divisant par cos. θ, et éliminant ensuite tang. θ entre ces deux équations, il vient

$$(A' \cos.\psi_{,} + B \sin.\psi_{,}) F \sin.(\zeta_{,} - \zeta) \cos.\omega_{,}$$
$$- (A' \sin.\psi_{,} - B \cos.\psi_{,}) [2C \sin.\zeta . \sin.\zeta_{,} - F \sin.(\zeta + \zeta_{,})] \sin.\omega_{,}$$
$$= (D \cos.\psi_{,} + E' \sin.\psi_{,}) C \sin.(\zeta_{,} - \zeta) \cos.\omega_{,}$$
$$+ (D \sin.\psi_{,} - E' \cos.\psi_{,} [2F \cos.\zeta . \cos.\zeta_{,} - C \sin.(\zeta + \zeta_{,})] \cos.\omega_{,};$$

et en divisant encore cette dernière équation par cos. $\psi_{,}$, elle fera connaître la valeur de tang. $\psi_{,}$, puis on aura celle de tang. θ au moyen de l'une des deux équations précédentes.

Quand les deux azimuts ω et $\omega + 2\omega_{,}$ auront été déterminés par l'orientation du bâtiment, la valeur de $\psi_{,}$ fera connaître celle de ψ, en y ajoutant $\omega + \omega_{,}$; on connaîtra donc, au moyen de deux observations de la boussole relatives à deux directions différentes de la section principale du vaisseau, la déclinaison et l'inclinaison vraies, au lieu et à l'instant de cette double observation; ce qui est la solution du problème qu'on se proposait de résoudre.

On devrait modifier cette solution, si les masses de fer que le vaisseau contient avaient une force coërcitive suffisante pour leur conserver un certain degré d'aimantation fixe, provenant, par exemple, de l'action prolongée du globe terrestre avant le départ du navire. Pour avoir égard à cet effet, il faudrait remplacer les expressions X, Y, Z, que représentent les formules (4), par $X + \alpha'$, $Y + \beta'$, $Z + \gamma'$, en

désignant par α', $\mathcal{C}'$, γ', des quantités indépendantes, comme les coefficients A, B, etc., des variations de α, $\mathcal{C}$, γ, et que l'on déterminerait, avant le départ, en même temps et de la même manière que ces coefficients. Mais en appliquant ensuite l'équation (5) aux valeurs de ζ observées en un lieu quelconque de la terre, la force inconnue φ ne se trouverait plus, comme précédemment, facteur commun à tous les termes, et resterait dans cette équation; en sorte que, pour l'en éliminer et déterminer les deux angles ψ et θ, il faudrait, au lieu de deux valeurs de ζ, en employer trois, relatives à autant de directions différentes du vaisseau; ce qui compliquerait encore le calcul, et rendrait la méthode très-peu utile pour la pratique. Heureusement il ne paraît pas que l'effet dont il s'agit soit fort considérable, du moins si j'en juge par l'accord des calculs fondés sur la supposition qu'il soit tout à fait nul, avec des observations faites dans plusieurs voyages maritimes de ces derniers temps. Toutefois, il serait bon que cette hypothèse fût vérifiée par des expériences directes, à quoi l'on parviendrait en soumettant la boussole, observée à terre, à l'action de différentes masses cylindriques, comme les canons du vaisseau, dont on renverserait subitement les axes, en les faisant tourner de deux angles droits, sans changer leurs directions, ni leurs distances à l'instrument : si ces cylindres, aimantés par l'action de la terre, n'avaient aucune force coërcitive, il est évident qu'après leur retournement, la boussole reviendrait à la même direction qu'auparavant; et, au contraire, si sa direction présentait quelque différence, il en faudrait conclure que leur force coercitive ne serait pas tout à fait insensible. Quant à l'aimantation que les pièces de fer d'un vaisseau ont pu con-

tracter dans le travail de leur fabrication, elle ne subsiste pas longtemps, et il y a lieu de croire qu'il n'en restera plus de traces sensibles, lorsqu'on déterminera par l'expérience les valeurs de A, B, etc., au départ du bâtiment.

A la rigueur, l'action de la boussole sur ces corps modifie un peu leur état magnétique, et par suite leur réaction sur la boussole peut aussi influer sur sa direction; mais cette influence est sans doute trop faible pour qu'il soit aucunement utile d'en tenir compte; et il suffit, comme nous l'avons fait, d'avoir égard à l'action directe de ces masses de fer aimantées par l'action du globe.

(16) En général, dans un vaisseau les masses de fer qui peuvent agir sur la boussole sont distribuées symétriquement de part et d'autre du plan vertical, allant de la poupe à la proue; circonstance particulière qui rend nulles plusieurs des constantes que renferme l'équation (5), et simplifie beaucoup, comme on va le voir, cette équation et son usage pour la détermination, en mer, de la déclinaison et de l'inclinaison.

Dans l'hypothèse de symétrie que nous admettons, il est évident que, si l'on fait coïncider la section principale du vaisseau avec le véritable méridien magnétique, l'action des masses de fer ne produira plus aucune déviation de la boussole placée à la poupe, ou même en un point quelconque de cette section; car il n'y aurait aucune raison pour que cette action écartât l'un ou l'autre pôle de l'aiguille, plutôt à droite qu'à gauche du méridien. On aura donc alors $\psi' - \psi = 0$, soit que l'on fasse $\psi - \omega = 0$, soit que l'on ait $\psi - \omega = 180°$; l'angle ζ ou $\psi' - \omega$ sera donc aussi zéro ou 180°;

par conséquent, pour ces deux valeurs de $\psi - \omega$, on aura $\sin.\zeta = 0$, et l'équation (5) donnera

$$D\cos.\theta + F\sin.\theta = 0, \quad -D\cos.\theta + F\sin.\theta = 0;$$

d'où l'on conclut déjà $D = 0$ et $F = 0$. De plus, si l'on donne successivement à l'angle $\psi - \omega$ des valeurs égales et des signes contraires, c'est-à-dire, si l'on écarte successivement et également la section principale du vaisseau à l'est et à l'ouest du méridien magnétique, il est facile de voir que, dans chaque hémisphère, les valeurs correspondantes de la déviation δ ou $\psi' - \psi$ seront aussi égales et de signes contraires, et conséquemment il en sera de même à l'égard des valeurs de l'angle ζ, puisque l'on a $\zeta = \psi' - \omega = (\psi' - \psi) + (\psi - \omega)$. Après avoir supprimé les termes dépendants de D et de F dans l'équation (5), on en déduira ces deux formules :

$$[A'\cos.\theta.\cos.(\psi - \omega) + B\cos.\theta.\sin.(\psi - \omega) + C\sin.\theta]\sin.\zeta = E'\cos.\theta.\sin.(\psi - \omega).\cos.\zeta.$$

$$[A'\cos.\theta.\cos.(\psi - \omega) - B\cos.\theta.\sin.(\psi - \omega) + C\sin.\theta]\sin.\zeta = E'\cos.\theta.\sin.(\psi - \omega).\cos.\zeta,$$

dont l'une résulte de l'autre par les changements simultanés des signes de $\psi - \omega$ et de ζ. En les retranchant l'une de l'autre, il vient

$$2B\cos.\theta.\sin.(\psi - \omega).\sin.\zeta = 0,$$

c'est-à-dire, $B = 0$; et si l'on fait en outre,

$$\frac{C}{A'} = a, \quad \frac{E'}{A'} = b,$$

et qu'on divise par cos. θ, l'équation (5) sera remplacée par celle-ci :

$$\cos.(\psi - \omega).\sin.\zeta + a\,\text{tang.}\theta.\sin.\zeta = b\sin.(\psi - \omega).\cos.\zeta. \quad (6)$$

A l'équateur, où l'on a $\theta = 0$, on aura en particulier

$$\text{tang. } \zeta = b \text{ tang. } (\psi - \omega).$$

Très-près du pôle, ou pour une valeur de θ fort peu différente de 90°, on aura aussi à très-peu près

$$\text{tang. } \theta = \frac{1}{90^\circ - \theta}, \quad \zeta = \frac{b}{a}(90^\circ - \theta) \text{ sin. } (\psi - \omega).$$

Cette équation (6), ainsi réduite à sa forme la plus simple, ne contenant plus que deux constantes a et b, il suffirait, pour les déterminer, de deux valeurs de ζ, correspondantes à des valeurs différentes de ω, et observées au lieu du départ, où les angles ψ et θ sont connus. Mais il vaudra mieux faire concourir à cette détermination un grand nombre de valeurs de ζ, ainsi qu'on l'a expliqué dans le n° 14. Cela fournira d'ailleurs le moyen de vérifier si ces valeurs sont égales et de signes contraires pour de pareilles valeurs de $\psi - \omega$, ou autrement dit, si les masses de fer du vaisseau sont, comme on le suppose, symétriquement disposées des deux côtés de la section principale.

Les deux constantes a et b étant déterminées, si le vaisseau se transporte en un autre lieu, et que l'on observe les valeurs ζ et ζ' de l'angle C′ G x. qui répondent à des valeurs ω et ω' de l'azimut N G x, outre l'équation (6), on aura celle-ci :

$$\text{cos. } (\psi - \omega') \text{ . sin. } \zeta' + a \text{ tang. } \theta \text{ . sin. } \zeta' = b \text{ sin. } (\psi - \omega') \text{ . cos. } \zeta';$$

et par l'élimination de tang. θ, il en résultera

$$[\text{cos. } (\psi - \omega) - \text{cos. } (\psi - \omega')] \text{ sin. } \zeta \text{ . sin. } \zeta'$$
$$= b [\text{sin. } (\psi - \omega) \text{ cos. } \zeta \text{ sin. } \zeta' - \text{sin. } (\psi - \omega') \text{ cos. } \zeta' \text{ . sin. } \zeta];$$

d'où l'on tire aisément

$$\text{tang. } \psi_1 = \frac{b \text{ sin. } (\zeta + \zeta')}{b \text{ sin. } (\zeta - \zeta') \text{ . cot. } \omega_1 - 2 \text{ sin. } \zeta \text{ . sin. } \zeta'}, \qquad (7)$$

en faisant, comme plus haut,

$$\omega' = \omega + 2\omega_{,} \qquad \psi - \omega - \omega_{,} = \psi_{,}.$$

Si le vaisseau a été orienté à chacune des observations relatives aux angles ω et ω', on connaîtra ces deux angles; et de la valeur de $\psi_{,}$, donnée par cette dernière formule, on conclura la déclinaison ψ, au lieu et à l'instant des observations. L'équation (6) déterminera ensuite l'inclinaison θ.

A la vérité, la formule (7) déterminant seulement la tangente de $\psi_{,}$, on pourra prendre pour cet angle, et, par suite, pour l'angle $\psi - \omega$, deux valeurs dont l'une excédera l'autre de 180°; pour ces deux valeurs de $\psi - \omega$, l'équation (6) donnera aussi deux valeurs de θ, égales et de signes contraires; or, dans notre hémisphère, on devra choisir celle des deux valeurs de $\psi - \omega$, pour lesquelles l'angle θ sera positif; ce qui fera disparaître toute ambiguïté dans la détermination de ψ et de θ.

(17) Cette formule (7), déjà très-simple, peut le devenir encore davantage, en prenant convenablement la différence $\omega' - \omega$, c'est-à-dire, la quantité angulaire dont le vaisseau aura tourné, de la première observation à la seconde, autour de la verticale Gz. Supposons qu'il ait *viré de bord,* de sorte que les droites qui vont de la poupe à la proue dans les deux observations, soient dans le prolongement l'une de l'autre; on aura

$$\omega' - \omega = 180°, \quad \omega_{,} = 90°, \quad \text{cot.}\,\omega_{,} = 0, \quad \text{tang.}\,\psi_{,} = -\text{cot.}\,(\psi - \omega);$$

au moyen de quoi la formule (7) deviendra

$$\text{tang. } (\psi - \omega) = \frac{2 \text{ sin. } \zeta \cdot \text{sin. } \zeta'}{b \text{ sin. } (\zeta + \zeta')}; \qquad (8)$$

et ce sera la plus simple que l'on puisse employer.

On aura, en même temps,

$$\text{sin. } (\psi - \omega) = \frac{2 \text{ sin. } \zeta \cdot \text{sin. } \zeta'}{\Delta}, \quad \text{cos. } (\psi - \omega) = \frac{b \text{ sin. } (\zeta + \zeta')}{\Delta},$$

en faisant, pour abréger,

$$\Delta^2 = 4 \text{ sin.}^2 \zeta \cdot \text{sin.}^2 \zeta' + b^2 \text{ sin.}^2 (\zeta + \zeta').$$

L'équation (6) donnera ensuite

$$\text{tang. } \theta = \frac{b \text{ sin. } (\zeta' - \zeta)}{a \Delta},$$

où l'on prendra le signe du radical Δ, de manière que l'angle θ soit positif dans notre hémisphère, et négatif dans l'autre.

Si l'on a fait tourner fort peu le vaisseau autour de Gz, en sorte que $\omega_{,}$ soit un très-petit angle, la différence $\zeta - \zeta'$ sera aussi très-petite; en désignant par h une quantité positive ou négative, donnée par l'observation, on pourra faire

$$\zeta - \zeta' = 2 h \omega_{,} \text{sin. } \zeta;$$

il en résultera, à très-peu près,

$$\text{sin. } (\zeta - \zeta') \text{ cot. } \omega_{,} = 2 h \text{ sin. } \zeta,$$

et l'équation (7) donnera de même

$$\text{tang. } (\psi - \omega) = \frac{b \text{ cos. } \zeta}{b h - \text{sin. } \zeta}.$$

Mais la difficulté de déterminer avec précision le rapport h de $\zeta - \zeta'$ à $2\omega_{,}$ sin. ζ rendra cette formule moins susceptible d'exactitude que l'équation (8).

(18) Lorsqu'on fera faire au vaisseau une révolution entière, ou de 360°, autour de cette verticale G z, sa section principale passera deux fois dans le plan du méridien magnétique, et, pour chacune de ces deux directions, l'angle C'Gx sera, ou zéro, ou 180°. Je dis, de plus, que cela ne pourra arriver, à une seule exception près, pour aucune autre direction de la section principale; car si l'on fait $\zeta' = 0$ ou $\zeta' = 180°$ dans l'équation (7), et si l'on n'a point égard au cas de $b = 0$, que l'on considérera plus loin en particulier, elle se réduira à

$$\text{tang.}\,\psi_{,} = \text{tang.}\,\omega_{,};$$

ce qui donnera $\psi_{,} = \omega_{,}$ ou $\psi_{,} = \omega_{,} + 180°$; et à cause de

$$\omega' = \omega + 2\omega_{,},\quad \psi_{,} = \psi - \omega - \omega_{,},$$

on en conclura $\omega' = \psi$ ou $\omega' = \psi + 180°$; valeurs qui supposent l'axe Gx, ou son prolongement, contenu dans le plan du méridien. On serait conduit à la même conséquence, en faisant $\zeta = 0$ dans l'équation (7); ce qui la réduirait à

$$\text{tang.}\,\psi_{,} = -\,\text{tang.}\,\omega_{,};$$

d'où l'on déduirait $\psi_{,} = -\omega_{,}$ ou $\psi_{,} = -\omega_{,} + 180°$, et, par suite, $\omega = \psi$ ou $\omega = \psi - 180°$; valeurs qui répondent aussi au plan du méridien.

Cela posé, pendant la rotation du vaisseau, quand on sera parvenu à un angle ω' pour lequel on aura $\zeta' = 0$ ou $\zeta' = 180°$, il sera donc certain que la direction correspondante de la section principale coïncidera avec le méridien magnétique, et par l'orientation du bâtiment à cet instant, on connaîtra la déclinaison ψ sans le secours d'aucune formule, ou du moins il ne restera plus qu'à savoir si l'on doit prendre $\psi = \omega'$ ou $\psi = \omega' + 180°$. Pour cela, on considérera la va-

leur de ζ' qui répond à un angle très-peu différent de ω'. En désignant cet angle par $\omega' + \varepsilon$, et par h une quantité donnée par l'observation, on aura $\zeta' = h\,\varepsilon$, ou $\zeta' = 180° + h\,\varepsilon$; d'où il résultera sin. $\zeta' = \pm h\,\varepsilon$ et cos. $\zeta' = \pm 1$, en négligeant le carré de ε, et prenant ensemble les signes supérieurs pour la première valeur de ζ', ou les signes inférieurs pour la seconde. Si l'on applique l'équation (6) aux valeurs $\omega = \omega' + \varepsilon$ et $\zeta = \zeta'$, et que l'on néglige toujours le carré de ε, il en résultera

$$h\,\varepsilon \cos.(\psi - \omega') + a\,h\,\varepsilon \text{ tang.}\,\theta = b \sin.(\psi - \omega') - b\,\varepsilon \cos.(\psi - \omega'),$$

quels que soient les signes de sin. ζ' et cos. ζ'. Or, si l'on fait sucessivement, dans cette dernière équation, $\psi = \omega'$ et $\psi = \omega' + 180°$, on en déduira

$$\text{tang.}\,\theta = \mp \frac{b + h}{a\,h};$$

et comme l'angle θ devra être positif dans l'hémisphère boréal, négatif dans l'hémisphère austral, cette condition déterminera le signe de cette formule qu'il faudra prendre, et, par conséquent, celle des deux valeurs de ψ qu'il faudra choisir. L'inclinaison θ se trouvera aussi complétement déterminée.

A partir de cette valeur de ω', pour laquelle ζ' est zéro ou 180°, si le vaisseau continue de tourner autour de Gz, cet angle ζ' ne pourra redevenir zéro ou 180°, avant que ω' ait augmenté de 180°, ou que le bâtiment ait achevé une demi-révolution. D'où l'on peut conclure que, si ζ' a la même valeur, soit zéro, soit 180°, au commencement et à la fin de ce mouvement, cet angle passera dans l'intervalle par une valeur *maxima* au moins, mais qu'il pourra n'être pas susceptible d'un *maximum*, quand il sera zéro à l'un des

deux termes de cette demi-révolution et 180° à l'autre. Les mêmes choses auront lieu dans la demi-révolution suivante, où l'angle ζ' repassera par les mêmes valeurs en grandeur absolue, et de signes contraires.

Relativement à l'angle δ ou C′ G C, la même considération fait voir que si l'angle ζ, ou x G C, va de zéro à zéro, ou de 180° à 180°, dans chaque demi-révolution, la droite C′ G achèvera la révolution entière en même temps que G x; et que si, au contraire, C′ G x va de zéro à 180° dans une première demi-révolution, et de 180° à 360° dans la suivante, l'angle C′ G C atteindra un *maximum* positif dans la première partie du mouvement de Gx, puis un *maximum* négatif dans la seconde partie, de sorte que G C′ oscillera de part et d'autre de G C. Mais ce n'est que l'examen de la valeur de $\frac{d\zeta}{d\omega}$, en fonction de ω, qui puisse faire connaître, comme on le verra tout à l'heure, les circonstances où ces deux sortes de déplacements, révolutif et oscillatoire, de la boussole ou de sa projection horizontale, se présenteront effectivement.

(19) Je supposerai que le fer du vaisseau, en totalité ou à très-peu près, soit situé au-dessous du plan horizontal passant par le point de suspension de la boussole : ce cas est celui qui a réellement lieu dans la pratique; il en résulte des conditions auxquelles les constantes a et b doivent satisfaire, et qu'il convient d'abord d'établir.

Par l'influence magnétique du globe, les pôles australs que les masses de fer acquerront, seront placés, dans notre hémisphère, à leurs parties supérieures, et les pôles boréals vers les parties inférieures. Si donc les trois droites G C, G C′, G x,

coïncident à l'origine de la rotation du bâtiment, et si l'on fait tourner G x vers l'ouest de G C, par exemple, il arrivera, d'après la disposition des masses de fer que nous supposons et celle de leurs pôles qui en résulte, que, dans notre hémisphère, la section principale du bâtiment entraînera pour ainsi dire la droite G C', de manière que cette droite se trouvera située entre Gx et GC. Par conséquent, les premières valeurs de l'angle ζ, ou $\psi - \omega$, et de $\frac{d\zeta}{d\omega}$, seront négatives, et celles de δ, ou $\psi' - \psi$, et de $\frac{d\psi'}{d\omega}$, seront au contraire positives. Il en sera de même dans l'autre hémisphère, en supposant qu'à l'origine de la rotation, la droite Gx et le prolongement de G C' coïncident avec celui de G C, et faisant tourner Gx vers l'est de G C, auquel cas la section principale traînera à sa suite le pôle boréal de l'aiguille ou le prolongement de G C'. Ainsi, on aura,

$$\zeta < 0, \quad \frac{d\zeta}{d\omega} < 0, \quad \delta > 0, \quad \frac{d\delta}{d\omega} > 0,$$

soit que l'on ait $\theta > 0$, et qu'on fasse $\omega - \psi = 0$, soit que l'on suppose $\theta < 0$, et que l'on prenne $\omega - \psi = 180°$.

Cela posé, en différentiant l'équation (6) par rapport à ζ et ω, on en déduit

$$\frac{d\zeta}{d\omega} = -\frac{b\,[1 + a \text{ tang. } \theta \,.\, \cos.\,(\psi - \omega)]}{b^2 \sin.^2(\psi - \omega) + [\cos.(\psi - \omega) + a \text{ tang. } \theta]^2}; \quad (9)$$

expression qui se réduit à

$$\frac{d\zeta}{d\omega} = -\frac{b}{1 + a \text{ tang. } \theta}, \quad \frac{d\zeta}{d\omega} = -\frac{b}{1 - a \text{ tang. } \theta},$$

en y faisant successivement $\omega - \psi = 0$ et $\omega - \psi = 180°$:

pour que la première de ces deux valeurs particulières de $\frac{d\zeta}{d\omega}$ soit négative pour toutes les valeurs positives de θ, et la seconde pour toutes les valeurs négatives de cet angle, il faut donc et il suffit que les deux constantes a et b soient positives. Comme on a

$$\frac{d\delta}{d\omega} = 1 + \frac{d\zeta}{d\omega},$$

il faudra en outre et il suffira que la différence $1 - b$ soit positive, pour que les valeurs de $\frac{d\delta}{d\omega}$, qui répondent à celles de $\frac{d\zeta}{d\omega}$, soient aussi positives. Ces conditions n'excluent pas les cas que nous considérerons ci-après en particulier, où l'une des constantes a et b serait zéro, ou bien la constante b égale à l'unité.

Maintenant, selon qu'abstraction faite du signe, on aura a tang $\theta < 1$, ou a tang. $\theta > 1$, la formule (9) présentera deux cas distincts, et que nous allons examiner successivement.

Dans le cas de a tang. $\theta < 1$, la valeur de $\frac{d\zeta}{d\omega}$ ne sera jamais nulle; l'angle ζ n'aura donc pas de *maximum;* et d'après ce qu'on a dit plus haut, ce sera l'angle δ dont la grandeur sera limitée pour chacune des valeurs de θ comprises depuis $\theta = 0$ jusqu'à a tang. $\theta = 1$. Pour $\theta = 0$, nous aurons

$$\frac{d\delta}{d\omega} = \frac{(b-1)\,[b-(1+b)\cos.^2(\psi-\omega)]}{b^2\sin.^2(\psi-\omega)+\cos.^2(\psi-\omega)};$$

en excluant les cas de $b = 0$ et de $b = 1$, les limites de l'angle δ répondront donc à

$$b-(1+b)\cos.^2(\psi-\omega) = 0;$$

d'où l'on tire

$$\text{tang.}\,(\omega - \psi) = \pm\sqrt{\frac{1}{b}}.$$

A cause de $\zeta = \delta - (\omega - \psi)$, l'équation (6) peut s'écrire sous la forme :

$$[\cos.^2(\omega - \psi) + b\sin.^2(\omega - \psi) + a\,\text{tang.}\,\theta\,.\cos.(\omega - \psi)]\,\text{tang.}\,\delta = (1 - b)\sin.(\omega - \psi)\,.\cos.(\omega - \psi) + a\,\text{tang.}\,\theta\,.\sin.(\omega - \psi);$$

et si l'on y fait $\theta = 0$, et qu'on ait égard à la valeur de tang. $(\omega - \psi)$, il en résultera

$$\text{tang.}\,\delta = \pm\tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{1-b}{b}};$$

ce qui montre qu'à l'équateur, l'amplitude des déviations de la boussole, de part et d'autre du méridien magnétique, sera l'arc dont la tangente est la moitié de $\sqrt{\frac{1-b}{b}}$. Lorsque b différera très-peu de l'unité, ces déviations seront donc à peu près nulles, et à mesure que b appochera de zéro, leur amplitude approchera de 90°.

Dans l'autre cas, où l'on suppose a tang. $\theta > 1$, en grandeur absolue, la formule (9) se réduit à zéro pour

$$\cos.(\omega - \psi) = -\frac{1}{a\,\text{tang.}\,\theta};$$

équation que l'on peut remplacer par celle-ci :

$$\text{tang.}\,(\omega - \psi) = \pm\sqrt{a^2\,\text{tang.}^2\,\theta - 1},$$

et qui déterminera deux valeurs de $\omega - \psi$, égales et de signes contraires, lesquelles répondront à des *maxima* de l'angle ζ, aussi égaux et de signes contraires. D'après l'équation (6),

jointe à ces valeurs de cos. $(\omega - \psi)$ et tang. $(\omega - \psi)$, ces *maxima* seront déterminés par la formule

$$\text{tang. } \zeta = \pm \frac{b\, a \text{ tang. } \theta}{\sqrt{a^2 \text{ tang.}^2 \theta - 1}}.$$

C'est dans ce cas des *maxima* de ζ qu'aura lieu le déplacement révolutif de l'aiguille, ainsi qu'on l'a dit dans le numéro précédent; et quelle que soit la constante a, la condition a tang. $\theta > 1$ d'un déplacement de cette espèce, sera toujours remplie, en s'éloignant convenablement de l'équateur.

Aux points de la terre où l'on a exactement a tang. $\theta = \pm 1$, l'équation (6) donne l'une ou l'autre de celles-ci :

$$[\cos. \tfrac{1}{2}(\psi - \omega). \sin. \zeta - b \sin. \tfrac{1}{2}(\psi - \omega). \cos. \zeta] \cos. \tfrac{1}{2}(\psi - \omega) = 0,$$
$$[\sin. \tfrac{1}{2}(\psi - \omega). \sin. \zeta + b \cos. \tfrac{1}{2}(\psi - \omega). \cos. \zeta] \sin. \tfrac{1}{2}(\psi - \omega) = 0.$$

On y satisfera donc en plaçant la droite Gx dans le plan du méridien magnétique, et la faisant coïncider, soit avec le prolongement de G C, soit avec G C. L'angle ζ, ou C' G x, demeurera alors tout à fait indéterminé; ce qui tient à ce que, pour ces valeurs a tang. $\theta = \pm 1$, cos. $(\psi - \omega) = \mp 1$, sin. $(\psi - \omega) = 0$, les composantes horizontales $X + \alpha$ et $Y + \epsilon$ (n° 11) des forces magnétiques du globe et du fer contenu dans le vaisseau, sont séparément nulles; en sorte que leur résultante et sa direction G C' n'existent plus. Pour toute autre direction de Gx ou de la section principale du navire, les équations précédentes donnent pour tang. ζ, l'une ou l'autre de ces valeurs :

$$\text{tang. } \zeta = b \text{ tang. } \tfrac{1}{2}(\psi - \omega), \qquad \text{tang. } \zeta = -b \text{ cot. } \tfrac{1}{2}(\psi - \omega);$$

et leurs différentielles $-\frac{b\,d\omega}{2\cos.^2\frac{1}{2}(\psi-\omega)}$ et $-\frac{b\,d\omega}{2\sin.^2\frac{1}{2}(\psi-\omega)}$ ne pouvant pas être nulles, il s'ensuit que ζ n'a pas non plus de *maximum*.

(20) Actuellement, considérons en particulier les cas où l'une des deux constantes a et b est zéro.

Si l'on a $b=0$, l'équation (6) deviendra

$$[\cos.(\psi-\omega)+a\,\text{tang.}\,\theta]\sin.\zeta=0,$$

quel que soit l'angle ω. Or, les valeurs de ψ et θ ne pouvant pas rendre nulle la quantité comprise entre les crochets, pour toutes les valeurs de ω, il faudra que l'on ait $\zeta=0$, ou $\zeta=180^\circ$; en sorte que l'axe A G B de la boussole influencée par le fer du vaisseau, demeurera constamment dans le plan de la section principale, pendant la rotation de ce bâtiment autour de la verticale G z. Et ce qui rend cette circonstance encore plus singulière, c'est que, si la constante b a une valeur aussi petite qu'on voudra, il arrivera, dans le cas de $a\,\text{tang.}\,\theta>\pm 1$, que l'axe de l'aiguille continuera de suivre la section principale, en s'en écartant très-peu, tandis qu'au contraire, dans le cas de $a\,\text{tang.}\,\theta<\pm 1$, l'axe A G B se séparera de cette section, pour faire des oscillations de 90°, de part et d'autre du méridien magnétique, ainsi qu'on l'a vu dans le numéro précédent.

Quand on suppose $a=0$, l'équation (6) se réduit à

$$\text{tang.}\,\zeta=b\,\text{tang.}\,(\psi-\omega),$$

en tous les points du globe, comme à l'équateur pour toutes les valeurs de a. Si l'on a en outre $b=\pm 1$, et si l'on observe

que $\zeta = \psi' - \omega$, il en résultera $\psi' = \psi$ ou $\psi' = \psi - 180°$: pour $a = 0$ et $b = 1$, la déviation δ ou $\psi' - \psi$ sera donc nulle, dans tous les azimuts de la section principale du vaisseau et en tous les lieux de la terre; pour $a = 0$ et $b = -1$, valeur de b qui ne peut pas se rencontrer dans l'arrimage ordinaire des navires (n° 19), cette déviation s'élèverait à 180°, c'est-à-dire, que l'action des masses de fer produirait toujours un renversement complet des pôles boréal et austral de l'aiguille.

En ajoutant à ces masses un nouveau corps qui s'aimante aussi par l'action du globe, et qui ne détruise pas leur symétrie des deux côtés de la section principale, on fera changer les valeurs de a et b. Sera-t-il possible de rendre la première nulle et la seconde égale à l'unité? C'est sur cette possibilité qu'est fondé l'usage de la plaque M. de Barlow, pour neutraliser l'action magnétique des autres masses de fer que le vaisseau renferme, en plaçant ce nouveau corps à une distance convenable de la boussole. Mais, ces masses ayant des formes quelconques, il n'est pas possible de savoir *à priori* s'il est possible de satisfaire aux deux conditions $a = 0$ et $b = 1$ par une semblable addition, ou bien par un déplacement de la boussole, qui l'éloignerait de la poupe où elle est ordinairement placée. Ce sont des questions que l'expérience peut seule décider.

(21) Quelles que soient les constantes a et b, supposons que l'on dirige la section principale du vaisseau dans le plan perpendiculaire au méridien magnétique vrai, de sorte que l'on ait $\psi - \omega = \pm 90°$, c'est-à-dire, cos. $(\psi - \omega) = 1$ et sin. $(\psi - \omega) = \pm 1$, selon que la droite Gx, qui va de la

poupe à la proue, sera tournée vers l'est ou vers l'ouest de ce méridien. Appelons ϖ la déviation $\psi' - \psi$, ou C' G C, qui aura lieu dans ce cas. A cause de $\zeta = \psi' - \omega$, nous aurons

$$\zeta = \varpi \pm 90^\circ, \quad \sin.\zeta = \pm \cos.\varpi, \quad \cos.\zeta = \mp \sin.\varpi;$$

et l'équation (6) deviendra

$$a \text{ tang. } \theta = \mp b \text{ tang. } \varpi;$$

le signe supérieur répondant à la direction de Gx vers l'est magnétique, et le signe inférieur à la direction de cette droite vers l'ouest. Les constantes a et b étant positives, on voit déjà que, dans notre hémisphère, cette déviation ϖ sera négative dans le premier cas, et positive dans le second, c'est-à-dire qu'elle aura lieu du même côté du méridien, vers lequel la section principale sera tournée : ce serait le contraire dans l'hémisphère austral.

En un autre lieu de la terre, les angles θ et ϖ changeront. Si l'on désigne par θ_1 et ϖ_1 ce qu'ils deviendront, on aura en même temps,

$$a \text{ tang. } \theta_1 = \mp b \text{ tang. } \varpi_1;$$

d'où l'on conclut

$$\frac{\text{tang. } \theta_1}{\text{tang. } \theta} = \frac{\text{tang. } \varpi_1}{\text{tang. } \varpi}. \qquad (10)$$

Il en résultera donc ce théorème remarquable :

Pour un même vaisseau, dans lequel les masses de fer sont symétriquement disposées de part et d'autre de la section principale, et n'ont aucune force coercitive, les tangentes des déviations ϖ_1 et ϖ, en deux points différents du globe, qui ont lieu quand cette section est perpendiculaire au méridien magnétique et tournée d'un même côté, sont entre

elles comme les tangentes des inclinaisons θ et θ_1 en ces mêmes points.

On ne doit pas confondre ces déviations particulières avec les *maxima* de l'angle δ : quand il en existe, ils ne répondent pas aux directions de G x, perpendiculaires à ce méridien ; à l'équateur, par exemple, ils répondent, comme on l'a vu dans le n° 19, à des angles xGC moindres que 90°, ou tout au plus égaux à 90°, pour la limite $b = 0$ des valeurs de b.

(22) Pour vérifier exactement l'équation (10), il faudrait pouvoir l'appliquer à des observations faites à bord de vaisseaux où la distribution du fer fût aussi exactement symétrique de part et d'autre de la section principale. Cela n'avait pas lieu tout à fait à bord des bâtiments où des observations de déviations ont eu lieu et me sont connues. Néanmoins elles fournissent déjà une vérification très-satisfaisante du théorème contenu dans cette équation.

A bord de l'*Isabelle*, dans le voyage du capitaine Ross, en 1818, on a trouvé à Lerwich, île Schetelang, la déviation que nous désignons par ϖ, égale à $-4^\circ\,34'$, quand l'axe G x, qui va de la poupe à la proue, était dirigé à l'est du méridien magnétique, et à $5^\circ\,11'$, lorsqu'il était tourné vers l'ouest ; en sorte que l'on avait $\omega - \psi = -90^\circ$ et $\varpi = -4^\circ\,34'$ dans le premier cas, $\omega - \psi = 90^\circ$ et $\varpi = 5^\circ\,11'$ dans le second ; ce qui s'accorde, quant au sens des déviations, avec la théorie. La différence, en grandeur absolue, de ces deux valeurs de ϖ, qui n'est que de $37'$, peut être attribuée à un petit défaut de symétrie dans la disposition des masses de fer, des deux côtés de la section principale du navire. Les *maxima*, négatif et positif, de la déviation δ ne différaient l'un de l'autre

que de 12′. Ils s'élevaient à — 5° 34′ et 5° 46′, et répondaient à des valeurs de l'azimut $\omega - \psi$, aussi à peu près égales et de signes contraires, mais notablement différentes de $\mp 90°$, et d'environ $\mp 113°$. L'inclinaison à Lerwich était de 74° 22′.

A bord du même vaisseau, dans la *baie de Baffin,* et en un lieu où l'inclinaison s'élevait à 85° 50′, on a trouvé — 17° 30′ et 18° pour les déviations correspondantes à $\omega - \psi = \mp 90°$. Les *maxima* de la déviation δ étaient à peu près — 18° 15′ et 20°, et répondaient, aussi à très-peu près, à des azimuts $\omega - \psi$ de $\mp 106°$. La formule (10) supposant la déviation ϖ_1 égale et de signes contraires, à l'est et à l'ouest du méridien, je prendrai pour sa grandeur absolue, la moyenne 17° 45′ des deux valeurs observées, qui ne diffèrent l'une de l'autre que de 30′; en prenant en outre, pour les inclinaisons θ et θ_1, celles qui répondent aux lieux des deux observations, je ferai donc

$$\theta = 74° 22′, \quad \theta_1 = 85° 50′, \quad \varpi_1 = 17° 45′;$$

et d'après cette formule (10), on aura

$$\varpi = 4° 45′ 50″;$$

valeur comprise entre les déviations observées à Lerwich, et qui ne diffère de leur moyenne 4° 52′ 30″, que de 6′ 40″. Si l'on prend dans cette même formule, cette moyenne pour l'angle ϖ, et qu'on y fasse

$$\varpi = 4° 52′ 30″, \quad \theta_1 = 85° 50′, \quad \varpi_1 = 17° 45′,$$

on en déduit

$$\theta = 74° 42′;$$

en sorte que l'inclinaison à Lerwich, conclue de celle qui avait lieu à la baie de Baffin et des déviations moyennes ϖ

et ϖ_1, observées en ces deux points du globe, n'excède que de 20′ l'inclinaison 74° 22′ directement mesurée.

En employant toujours ces valeurs moyennes des déviations, ayant égard aux signes de ϖ et ϖ_1, résultant des observations, et à ceux que l'on devra prendre devant les valeurs de a tang. θ et a tang. θ_1 du numéro précédent, on aura

$$\frac{a}{b} = \frac{\text{tang. } 4^\circ 52' 30''}{\text{tang. } 74^\circ 22'} = 0{,}02387,$$

$$\frac{a}{b} = \frac{\text{tang. } 17^\circ 45'}{\text{tang. } 85^\circ 50'} = 0{,}02332.$$

Ces deux valeurs de $\frac{a}{b}$ sont positives, comme cela devait être, puisque a et b sont de même signe (n° 19) : elles devraient aussi être égales; et, en effet, elles diffèrent très-peu l'une de l'autre, si l'on considère que leur rapport 1,0217 excède à peine l'unité, d'un cinquantième.

Dans le voyage du capitaine Parry, en 1819 et 1820, la déviation ϖ observée à bord de l'*Hécla*, à *North-Fleet* (près de Londres), où la déclinaison θ était de 70° 30′, a été trouvée égale à $-4^\circ 41'$, dans le cas de la droite Gx dirigée vers l'est du méridien magnétique. Celle qui avait lieu, lorsque cette droite était tournée vers l'ouest, n'a point été mesurée. A bord du même vaisseau, en un lieu de la baie de Baffin différent de celui de l'observation du capitaine Ross, et où l'inclinaison était de 84°15′, on a trouvé la déviation ϖ_1 égale à $-15^\circ 5'$, ou à 13° 58′, selon que l'axe Gx était dirigé à l'est ou à l'ouest de ce méridien. La différence des grandeurs absolues de ces deux angles, qui s'élève à 1° 7′, paraîtrait indiquer un défaut de symétrie des masses de fer, de part et d'autre de la section principale du navire, un peu plus considérable

que dans l'exemple précédent. Quoi qu'il en soit, si l'on fait

$$\varpi_1 = -15^\circ 5', \quad \theta = 70^\circ 30', \quad \theta_1 = 84^\circ 15',$$

dans la formule (10), on en déduit

$$\varpi = -4^\circ 23';$$

ce qui ne diffère que de 18′, de la déviation observée à North-Fleet. En faisant réciproquement

$$\varpi = -4^\circ 41', \quad \varpi_1 = -15^\circ 5', \quad \theta = 70^\circ 30',$$

dans cette formule, elle donne

$$\theta_1 = 83^\circ 52';$$

d'où il résulte que l'inclinaison à la baie de Baffin, conclue de celle qui avait lieu à North-Fleet et des déviations observées en ces deux points du globe, ne s'écarte que de 23′, de l'inclinaison mesurée au premier de ces deux points. Enfin, d'après les signes de ces valeurs observées de ϖ et ϖ_1, et en prenant les signes supérieurs dans les expressions de a tang. θ et a tang. θ_1 du numéro précédent, puisque les deux observations ont eu lieu à l'est du méridien, il vient

$$\frac{a}{b} = \frac{\text{tang. } 4^\circ 41'}{\text{tang. } 70^\circ 30'} = 0{,}02901,$$

$$\frac{a}{b} = \frac{\text{tang. } 15^\circ 5'}{\text{tang. } 84^\circ 15'} = 0{,}02712;$$

quantités de mêmes signes, et dont les grandeurs ne sont pas non plus très-inégales; leur rapport 1,0689 excédant à peine l'unité, d'un quinzième.

(23) L'usage de la formule (7) pour déterminer la déclinaison vraie ou l'angle ψ, au moyen de deux valeurs observées de l'angle C′Gx, qui répondent à des azimuts différents de

la section principale du navire, suppose que les quantités a et b soient demeurées les mêmes, depuis le départ du vaisseau, lorsqu'on les a déterminées, jusqu'à l'époque des deux observations, pour lesquelles elles sont aussi les mêmes. Il nous reste à remplacer cette formule par une autre, dont l'emploi exigera, comme on l'a dit dans le préambule de ce mémoire, deux valeurs observées de C′ G x, correspondantes à un même azimut ω, et à des masses de fer différentes ou différemment disposées, c'est-à-dire, à des valeurs différentes de a et b.

A cet effet, supposons que, sans troubler la symétrie de ces masses des deux côtés de la section principale, on place près de la boussole un morceau de fer, la plaque de M. Barlow par exemple, qui change notablement les quantités a et b, ainsi que l'angle ζ. Soient a_1, b_1 ζ_1, ce que a, b, ζ, deviendront par l'addition de cette plaque. L'équation (6) se changera en celle-ci :

$$\cos.(\psi-\omega).\sin.\zeta_1 + a_1 \text{ tang. } \theta.\sin.\zeta_1 = b_1 \sin.(\psi-\omega).\cos.\zeta_1.$$

Si la plaque est située au-dessus du plan horizontal mené par le point de suspension de la boussole, et à peu de distance de ce point, les constantes a_1 et b_1 ne seront plus nécessairement positives comme a et b, et l'on n'aura plus $b_1 > 1$ comme b. Mais quelles que soient leurs valeurs, elles se détermineront au lieu du départ du navire, de la même manière que celles de a et b. Elles dépendront, toutes choses d'ailleurs égales, de l'endroit où la plaque aura été placée à volonté, et où l'on devra la replacer exactement à toutes les époques de la navigation.

Celá posé, en éliminant tang. θ entre l'équation (6) et la précédente, on aura

$$\text{tang.}\,(\psi - \omega) = \frac{(a_1 - a)\,\text{sin.}\,\zeta\,.\,\text{sin.}\,\zeta_1}{a_1 b\,\text{cos.}\,\zeta\,.\,\text{sin.}\,\zeta_1 - a\,b_1\,\text{sin.}\,\zeta\,.\,\text{cos.}\,\zeta_1};$$

équation qui fera connaître l'azimut magnétique de la section principale du navire, ou la valeur de l'angle $\omega - \psi$, d'après celle de chacun des angles observés ζ et ζ_1, et, par conséquent, la déclinaison vraie, lorsque cette section aura été orientée par les procédés astronomiques. On aura, en même temps,

$$\text{sin.}\,(\psi - \omega) = \frac{(a_1 - a)\,\text{sin.}\,\zeta\,.\,\text{sin.}\,\zeta_1}{D},$$

$$\text{cos.}\,(\psi - \omega) = \frac{a_1 b\,\text{cos.}\,\zeta\,.\,\text{sin.}\,\zeta_1 - a\,b_1\,\text{sin.}\,\zeta\,.\,\text{cos.}\,\zeta_1}{D},$$

où l'on a fait, pour abréger,

$$(a_1 - a)^2\,\text{sin.}^2\zeta\,.\,\text{sin.}^2\zeta_1 + (a_1 b\,\text{cos.}\,\zeta\,.\,\text{sin.}\,\zeta_1 - a\,b_1\,\text{sin.}\,\zeta\,.\,\text{cos.}\,\zeta_1)^2 = D^2.$$

En substituant ces valeurs dans l'équation (6), on en déduit

$$\text{tang.}\,\theta = \frac{b_1\,\text{sin.}\,\zeta\,.\,\text{cos.}\,\zeta_1 - b\,\text{cos.}\,\zeta\,.\,\text{sin.}\,\zeta_1}{D};$$

ce qui fera aussi connaître l'inclinaison vraie θ, qu'il est important, pour la théorie du magnétisme terrestre, de pouvoir déterminer par des observations faites à bord des vaisseaux, dans les points du globe que la mer recouvre. On prendra les signes de D de manière que l'angle θ soit positif dans l'hémisphère boréal et négatif dans l'hémisphère austral. A l'équateur on aura

$$b_1\,\text{sin.}\,\zeta\,.\,\text{cos.}\,\zeta_1 - b\,\text{cos.}\,\zeta\,.\,\text{sin.}\,\zeta_1 = 0;$$

d'où l'on conclut que le rapport des tangentes de ζ et ζ_1 y sera le même pour tous les azimuts ω, ou dans toutes les directions du navire, et égal au rapport des constantes b et b_1, déterminé d'avance.

HISTOIRE

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES

DE L'INSTITUT DE FRANCE.

ANALYSE

Des Travaux de l'Académie royale des Sciences, pendant l'année 1830.

PARTIE PHYSIQUE.

Par M. le Baron CUVIER, secrétaire perpétuel.

PHYSIQUE ET CHIMIE.

L'influence de l'électricité sur les affinités chimiques est un des sujets les plus dignes d'occuper les expérimentateurs; car tout annonce qu'on la reconnaîtra comme la source d'une infinité de phénomènes inexplicables jusqu'à ce jour

par les forces connues de la nature. M. Becquerel y donne depuis longtemps une attention soutenue, et à la suite du grand travail qu'il a présenté l'année dernière à l'Académie, sur l'influence que l'électricité exerce dans la formation des minéraux, travail dont nous avons parlé avec étendue dans notre précédente Analyse, il en a présenté cette année un autre sur les variations que peuvent amener, dans l'état électrique des corps, leur contact mutuel, leur frottement, le degré de chaleur auquel ils sont exposés, et sur les variations correspondantes qui en résultent quelquefois dans l'arrangement de leurs molécules constituantes.

Tous les corps, quand ils sont soumis à l'action de la chaleur ou de forces mécaniques, éprouvent des effets plus ou moins variés, qui paraissent dépendre de diverses causes; c'est ainsi que l'on voit ces corps changer de volume, produire de l'électricité, perdre ou acquérir du magnétisme, devenir plus ou moins attaquables par les agents chimiques, développer de la lumière, etc. Rien ne prouve que ces effets n'émanent pas d'un principe unique, capable d'être modifié dans certaines circonstances; et cette idée, qui est en harmonie avec l'unité d'action que l'on suppose présider à tous les phénomènes, est celle qui sert de point de départ à M. Becquerel dans toutes ses recherches.

Il a étudié d'abord les effets de la chaleur sur le fluide électrique des substances métalliques, considérées séparément ou en contact.

Les corps ne possèdent, dans leur état ordinaire, que du fluide électrique naturel; ainsi leur propriété électro-chimique ne peut consister que dans la faculté de manifester telle ou telle électricité, et de conserver l'autre quand ils se combinent ou qu'ils sont en contact.

Un grand nombre de faits montrent que, lorsqu'il y a adhérence entre deux corps, par suite d'une attraction réciproque entre leurs surfaces, et que l'un d'eux n'est pas bon conducteur, ils prennent chacun, au moment de leur séparation, un excès d'électricité contraire. Les phénomènes électriques de pression et ceux de clivage, dans les corps régulièrement cristallisés, ont de très-grands rapports avec les précédents; car lorsque l'on sépare brusquement des lames de mica ou de chaux sulfatée, chacune d'elles emporte un excès d'électricité contraire; si on les rapproche de nouveau en les remettant dans la position où elles se trouvaient avant leur séparation, et en exerçant une légère pression au point de les faire adhérer, on obtient encore les mêmes phénomènes qu'à l'instant de leur première séparation. Ces phénomènes augmentent d'intensité en élevant la température. M. Becquerel a donné de grands développements sur les rapports qui existent entre les phénomènes de pression et ceux de clivage. Il a démontré ensuite que la chaleur n'exerce aucune influence sur l'électricité libre, et qu'elle en exerce au contraire une très-marquée sur le fluide naturel. Il a cherché à établir, par l'expérience, que la chaleur qui écarte les molécules des corps produit sur le fluide naturel un effet analogue à celui du clivage, c'est-à-dire qu'elle tend à diminuer l'action réciproque des deux électricités. Il a montré que la chaleur exalte plus le pouvoir électrique des métaux électronégatifs que celui des métaux électro-positifs. Il paraît croire que par suite de l'élévation de température, il se forme autour de deux molécules contiguës, une accumulation d'électricités contraires, qui est immédiatement suivie d'une recomposition des deux fluides. A l'aide des principes qu'il

établit dans son Mémoire, il donne l'explication de plusieurs faits, qui paraissaient être en dehors de la théorie de l'électricité, mais sur lesquels on ne peut donner ici aucun détail.

M. Becquerel s'est occupé ensuite de l'électricité qui se développe dans le contact de deux corps conducteurs : Volta, voulant combattre la doctrine de Galvani, sur les contractions musculaires, conçut l'idée qu'elles pouvaient être dues à l'électricité qui se dégage dans le contact de deux substances hétérogènes. Suivant cet illustre physicien, deux substances se constituent toujours dans deux états électriques contraires par leur contact mutuel, abstraction faite de tous les changements ou modifications que peuvent éprouver leurs surfaces. Les savants s'empressèrent d'adopter ce principe; mais aussitôt après que M. Becquerel eut observé et analysé les phénomènes électriques qui se produisent dans toutes les actions chimiques, M. Auguste Delarive avança que l'action de contact, admise par Volta dans le cuivre et le zinc, par exemple, n'était que le résultat de la différence des actions chimiques de l'air et de l'eau qu'il renferme, sur chacun des deux métaux. Cette opinion n'était qu'une généralisation du principe découvert par M. Becquerel, qui dans cette circonstance a cru devoir faire diverses séries d'expériences pour accorder les deux systèmes. Après avoir reconnu avec M. Delarive que lorsqu'on touche une lame de métal oxydable avec un corps humide, il y a un dégagement d'électricité dont Volta n'a pas tenu compte dans les expériences, il a pensé que, pour éviter les effets dus à cette cause, il fallait employer des plateaux condensateurs de platine ou d'or, qui ne sont pas attaqués par les liquides dont on se sert ordinairement. Il s'est servi ensuite de petites coupes d'or pur, qui

contenaient les liquides sur lesquels il faisait réagir les substances, et il a soumis à l'expérience un grand nombre de corps, qui, n'ayant éprouvé aucune altération sensible dans la nature depuis des siècles, se trouvaient dans des circonstances favorables pour résoudre la question du contact. Il a trouvé que le platine, l'or, le peroxyde de manganèse, le carbure de fer, éprouvent des effets de contact. D'après ce résultat, si l'action chimique joue un grand rôle dans les phénomènes observés par Volta, c'est-à-dire dans les phénomènes de contact, on ne peut nier aussi que dans quelques cas il n'y ait action électrique par le simple effet de ce contact, et indépendamment de toute réaction chimique.

M. Becquerel a indiqué les causes qui déterminent les actions thermo-électriques dans les circuits fermés, composés d'un seul métal ou de deux métaux différents. Les faits qu'il a présentés à cet égard sont si nombreux qu'il est impossible d'en faire ici l'analyse. Il a prouvé que l'intensité du courant dans un circuit métallique est constante pour la même différence de température quand les métaux sont immédiatement en contact, ou qu'ils sont séparés par un métal quelconque; il en résulte que le courant dépend de la différence des effets produits dans chaque métal, abstraction faite du contact. Il a fait voir ensuite qu'il paraît exister des rapports entre les facultés thermo-électriques des métaux et leur capacité pour la chaleur. Il a exposé enfin quelques vues théoriques sur les propriétés électriques des atomes dans les corps. Suivant sa manière de voir, les atomes composés ne seraient que des petites piles électriques dont les actions réciproques et continues constitueraient ce qu'on appelle l'attraction moléculaire.

L'observation des phénomènes électro-chimiques obtenus avec le sucre et la chaux, a engagé M. Becquerel à étudier la formation du carbonate de chaux cristallisé et l'action simultanée des matières sucrées et mucilagineuses sur quelques oxydes métalliques, par l'intermédiaire des alcalis et des terres. Il a fait plonger dans un bocal rempli d'eau de baryte deux tubes fermés dans leur partie inférieure par de la baryte humide, et contenant, l'un, une dissolution de sucre et de chaux; l'autre, une dissolution de sulfate de cuivre. Le liquide du premier tube a été mis en communication avec le pôle positif d'une pile, au moyen d'une lame de platine, celui du second avec le pôle négatif, par l'intermédiaire d'une lame de cuivre. Le sulfate de cuivre s'est décomposé, le cuivre s'est précipité sur la lame de même métal; l'acide sulfurique a été arrêté par la baryte, et l'oxygène s'est transporté au pôle positif, où, réagissant sur le carbone du sucre, il a produit de l'acide carbonique qui s'est combiné immédiatement avec la chaux. Après quelques jours d'expérience, on a aperçu sur la lame de platine des petits cristaux prismatiques de chaux carbonatée.

La gomme, dont la composition chimique est à peu près la même que celle du sucre, se comporte de la même manière. Dans l'un et l'autre cas, les portions de la substance végétale qui ne servent pas à la production de l'acide carbonique et de l'eau de cristallisation du carbonate, se transforment en acide acétique. Si l'on ajoute, à une dissolution de chaux et de sucre dans l'eau, de l'hydrate de cuivre, une portion de l'oxyde se dissout, et la liqueur prend une belle couleur bleue. Le miel et le sucre de lait jouissent de la même propriété, qui n'appartient jusqu'ici qu'aux matières sucrées.

La potasse et la soude produisent le même effet que la chaux. La gomme ne se comporte pas de même que le sucre; dissoute avec la potasse dans l'eau, elle jouit de la propriété de former un précipité insoluble avec l'hydrate de cuivre qu'on y ajoute. Quand la dissolution renferme en outre une petite quantité de matière sucrée, celle-ci réagit aussitôt sur l'excès d'oxyde de cuivre, le dissout, et colore en bleu la dissolution. C'est un moyen très-simple de reconnaître la présence de la gomme et des matières sucrées dans une dissolution.

Si l'on traite par la chaleur une dissolution de sucre, de potasse et de deutoxyde de cuivre, la couleur bleue passe au vert, au jaune, à l'orangé, puis au rouge, et alors tout le deutoxyde est changé en protoxyde; il ne reste plus dans la dissolution que du carbonate de potasse et une petite quantité d'acétate de la même base.

Le sucre de lait fait passer le deutoxyde de cuivre à l'état métallique, et fournit ainsi un procédé pour distinguer les deux espèces de sucre.

Les oxydes d'or, d'argent et de platine, soumis aux mêmes épreuves que l'oxyde de cuivre, sont réduits à l'état métallique, tandis que les oxydes de fer, de zinc, de cobalt, n'éprouvent aucun changement.

Le deutoxyde de mercure est réduit par la potasse et le sucre de lait à l'état métallique. Le métal se présente sous forme de pâte, en raison de l'eau interposée entre ses parties. On peut, dans cet état, le fixer sur le verre, sans l'intermédiaire de l'étain; il suffit pour cela d'étendre la pâte en couche très-mince, et de chauffer légèrement le verre pour chasser une partie de l'eau interposée.

La chaux, la baryte et la strontiane, traitées à chaud par le sucre et le deutoxyde de cuivre, donnent lieu à des protocuprates des mêmes bases.

M. Becquerel cherche à appliquer les nouvelles observations électro-chimiques à tous les phénomènes chimiques qui peuvent avoir avec elles des rapports directs ou indirects. Il pense que c'est la seule méthode à suivre pour faire avancer de front deux sciences qui finiront bientôt par n'en former qu'une seule.

Les expériences de deux physiciens bien connus, MM. Dessaigne et Saissy, ont appris que plusieurs gaz, lorsqu'on les comprime subitement, font jaillir une lumière plus ou moins vive. M. Thenard ayant voulu se rendre un compte précis de ce phénomène, s'assura d'abord que cette propriété n'appartient réellement qu'à l'oxygène, à l'air commun, et au chlore, ce qui lui fit soupçonner qu'il s'agissait de quelque combustion; et ayant remarqué que l'on s'était servi jusque-là de pistons garnis d'un cuir gras, il en employa de feutre bien mouillé. Aucune lumière ne se manifesta plus; mais il en reparaissait un peu, sitôt que le feutre était moins mouillé ou le tube mal nettoyé. Or, on sait par les expériences de M. Mollet de Lyon, que les gaz comprimés subitement s'échauffent beaucoup, et même assez pour enflammer des corps combustibles. Ces expériences ont été répétées avec succès par M. Thenard sur divers corps et à diverses températures; il a constaté qu'un gaz comprimé à la main avec force, peut être porté à une température supérieure de beaucoup à 205°; des poudres fulminantes détonent alors même

dans les gaz non comburants ; le bois, le papier s'enflamment dans le gaz oxygène, dans le chlore ; mais aucun gaz ne deviendrait lumineux par lui-même de cette manière, ou du moins ce résultat ne pourrait avoir lieu que par une compression beaucoup plus forte, et à une température beaucoup plus élevée.

M. Sérullas a communiqué à l'Académie une suite importante d'observations destinées à compléter, par des faits nouveaux ou par des détails intéressants, l'histoire des composés de l'iode que M. Gay-Lussac n'avait pu donner que d'une manière abrégée dans son travail général sur cette substance.

Il a reconnu que l'acide sulfurique a la propriété de précipiter le chlorure d'iode dissous dans l'eau, même lorsqu'il y est très-étendu : ce chlorure se sépare sous forme d'une matière blanchâtre, qui passe, en prenant de la cohésion, à la couleur jaune, caractère du perchlorure.

Il était intéressant de voir si l'on obtiendrait une semblable précipitation, d'un simple mélange d'acide iodique et d'acide hydrochlorique liquides. Le précipité de chlorure a eu lieu en effet par l'acide sulfurique. On arrive même à un résultat analogue en mettant en contact l'acide hydrochlorique et l'acide iodique, l'un et l'autre secs. Il y a dans ce cas décomposition mutuelle, et formation d'eau et de chlorure d'iode.

Le chlorure d'iode reste solide jusques entre 15 et 20 degrés au-dessus de zéro, et se liquéfie de 20 à 25.

Ces faits laissaient encore du doute sur une question qui partage les chimistes, celle de savoir si, comme le pense M. Gay-Lussac, la dissolution de chlorure d'iode dans l'eau n'est plus qu'un mélange d'acide iodique et d'acide hydrochlorique, ou si, comme le supposait Davy, cette transformation n'a lieu qu'au moment de la saturation par un alcali. M. Dumas fut conduit par ses expériences à une troisième opinion, et il avança que l'éther enlève à l'eau le sous-chlorure seulement, et que ce sous-chlorure ne décompose pas l'eau, tandis que le chlorure la décompose.

M. Sérullas, que cette question avait déjà occupé, a cherché à la résoudre, et est arrivé en même temps à quelques résultats nouveaux. Dans un travail sur l'acide iodique cristallisé, il avait signalé l'insolubilité de cet acide dans l'alcool, et d'un autre côté il croyait à l'action décomposante du chlorure d'iode sur l'eau, et ces deux propriétés réunissaient à ses yeux les éléments d'une expérience, d'après laquelle on devait obtenir directement l'acide iodique du perchlorure d'iode. Elle consiste à mettre cette substance humectée en contact avec de l'alcool concentré : une partie de l'eau fournit par sa décomposition l'hydrogène au chlore et l'oxygène à l'iode, et, des nouveaux produits de cette réaction, l'acide hydrochlorique reste en dissolution dans l'alcool, et l'acide iodique se précipite, vu son insolubilité dans ce liquide.

Cette expérience fournit de plus un moyen d'obtenir de l'acide iodique, parfaitement pur, qui se présente sous forme d'une poudre blanche cristalline.

Cependant M. Sérullas ne pense pas qu'il soit exact de

dire, dans un sens absolu, que le perchlorure d'iode ne se dissout pas dans l'eau sans la décomposer, et qu'il n'est pas enlevé de sa dissolution aqueuse par l'éther. Ses expériences le portent à conclure que l'éther peut enlever à l'eau les deux chlorures d'iode, quand le sous-chlorure est prédominant dans la dissolution concentrée; mais lorsque cette dissolution est étendue suffisamment pour que le chlorure se soit transformé en acides iodique et hydrochlorique, l'agitation avec l'éther sépare dans ce dernier le sous-chlorure, et dans la partie aqueuse les deux acides.

Il conclut encore que la dissolution de chlorure et de sous-chlorure d'iode un peu concentrée ne décompose pas l'eau, c'est-à-dire, que dans cet état de concentration, le sous-chlorure s'oppose à ce que le chlorure puisse agir sur l'eau, en sorte que, versé dans l'éther, celui-ci tient en dissolution tout à la fois le sous-chlorure et le chlorure, et ce dernier ne peut se transformer en acides iodique et hydrochlorique que lentement.

L'auteur a trouvé, dans ses recherches sur les iodates des alcalis végétaux, le moyen de reconnaître positivement ce qui se passe à cet égard; il s'est servi du sulfate de quinine dans l'alcool, et il a vu qu'en y versant de la dissolution aqueuse concentrée de chlorure et de sous-chlorure d'iode, il ne se forme pas de précipité, ce qui indique l'absence de l'acide iodique et la non-décomposition de l'eau; mais en étendant d'eau graduellement cette dissolution, on arrive au point où le sulfate de quinine donne un précipité d'iodate acide, preuve que le chlorure a agi sur l'eau, et que l'acide iodique a été produit.

Ainsi ce moyen peut servir à reconnaître le moment où une

dissolution de chlorure et de sous-chlorure d'iode a été suffisamment étendue, pour que l'influence du sous-chlorure ait été détruite, et l'eau décomposée.

Si l'on met en contact, à la température ordinaire, de l'acide iodique dissous avec un seul grain de morphine ou d'acétate de cette base, la liqueur se colore fortement en rouge-brun, et il s'exhale une odeur très-vive d'iode. La centième partie d'un grain d'acétate de morphine suffit pour produire cet effet d'une manière encore très-sensible : l'action est très-prompte, si la liqueur est un peu concentrée ; elle est plus lente, quand celle-ci est étendue ; mais elle n'est pas moins appréciable au bout de quelques instants, même dans sept mille parties d'eau.

La quinine, la cinchonine, la vératrine, la strychnine, la brucine, soumises aux mêmes épreuves, n'agissent aucunement sur l'acide iodique : M. Sérullas, à qui ces faits importants sont dus, signale donc cet acide comme un réactif extrêmement sensible pour déceler la présence de la morphine, libre, ou combinée avec les acides acétique, sulfurique, nitrique et hydrochlorique, non-seulement isolément, mais encore en mélange avec les autres alcalis végétaux.

Cette décomposition de l'acide iodique par la morphine a conduit M. Sérullas à examiner comment se comporteraient les autres alcalis végétaux avec le même acide, et il a vu qu'ils s'y combinaient en formant des composés salins, la plupart bien déterminés.

Il a pu ainsi donner les caractères des iodates de quinine, de cinchonine, de strychnine, de brucine et de vératrine. La narcotine et la picrotoxine se dissolvent à chaud dans l'acide iodique sans le neutraliser.

Ces iodates sont plus ou moins solubles dans l'eau et dans l'alcool. Par la chaleur, quelques-uns fondent d'abord; la plupart se décomposent subitement avec une légère explosion; ils donnent dans ce cas, indépendamment des produits gazeux, de l'iode et un dépôt considérable de charbon.

Un caractère générique de ces iodates végétaux, c'est la propriété qu'a leur dissolution neutre de précipiter aussitôt par l'addition d'un excès d'acide iodique en dissolution un peu concentrée; il se forme de suite un iodate très-acide que l'on peut séparer par décantation. Ces iodates acides sont incolores, ils détonent facilement à une température peu élevée, quelques-uns par le seul frottement : dans leur détonation, ils ne laissent pas de résidu charbonneux comme à l'état neutre.

M. Sérullas a aussi étudié les combinaisons de l'acide chlorique avec les mêmes alcalis. Les composés salins qui en résultent sont très-remarquables par leurs formes cristallines; plus ou moins solubles, comme les précédents, dans l'eau et dans l'alcool à la température ordinaire, ils le sont beaucoup plus à chaud.

Avec l'acide chlorique la morphine forme un sel qui, malgré l'analogie des acides chlorique et iodique, agit sur ce dernier aussi promptement que les autres sels de morphine : et ce fait généralise bien le caractère de l'acide iodi-

que relativement à la morphine. L'auteur donne ensuite les propriétés et les caractères des chlorates de quinine, de cinchonine, de strychnine, de brucine et de vératrine.

De l'acide iodique versé dans une dissolution de l'un des chlorates ci-dessus y forme à l'instant un précipité d'iodate acide que l'on peut séparer entièrement par l'alcool fort.

Cette propriété très-remarquable des combinaisons de l'acide iodique avec les alcalis végétaux, d'être peu solubles, est très-propre à faire reconnaître, dans une dissolution, la plus petite quantité de ces mêmes alcalis. L'acide iodique a, comme réactif de ces alcaloïdes, un très-grand degré de sensibilité; il peut être regardé, sous ce rapport, comme l'un des moyens les plus exacts que possède la chimie. Pour quelques-uns, comme la quinine et la cinchonine, il est susceptible de donner promptement un précipité, avec un centième de grain, dissous dans plusieurs milliers de fois son poids d'alcool.

Tous les alcaloïdes ne sont pas sensibles au même degré. Celui qui l'est le moins le devient à un cinquième de grain. Il serait donc permis de dire que l'acide iodique, comme réactif, est, pour les alcaloïdes végétaux, particulièrement pour la quinine et la cinchonine, ce que l'acide sulfurique est pour la baryte.

Les chimistes n'ont pas jusqu'à présent le moyen de séparer directement de leur union le chlore et le brôme, que ces deux corps soient combinés à l'état de chlorure de brôme, ou qu'ils soient mélangés sous forme de chlorure et de bromure de potassium ou d'autres bases alcalines. On sait que

ce mélange se rencontre fréquemment dans le résidu de l'évaporation des eaux salées.

M. Sérullas a cherché à obtenir cette séparation; et s'il n'a pas atteint complétement le but, la série d'expériences qu'il a tentées l'a conduit à reconnaître :

1° Que le chlorure de brôme, quelque saturé qu'il soit de chlore, ne décompose pas l'eau; la formation de l'acide hydrochlorique, quand on l'agite avec l'éther, résulte de l'action du chlorure sur l'hydrogène carboné, action qui donne lieu aussi à un bromure de carbone.

2° Que par l'agitation de ce chlorure de brôme avec de l'éther et de l'eau, on peut arriver à séparer entièrement le chlore sous forme d'acide hydrochlorique, avant que le brôme, qu'on isole en même temps dans l'éther, se transforme lui-même en acide hydrobromique et en bromure de carbone.

3° Que les chlorures et les bromures alcalins, même en très-petite quantité, mêlés à de l'oxyde de manganèse et à de l'acide sulfurique un peu étendu, étant chauffés dans un appareil convenable, donnent un chlorure de brôme que l'on recueille et que l'on traite par l'éther, afin d'en séparer les éléments. C'est ainsi qu'on peut reconnaître l'existence simultanée du chlore et du brôme, quelque prédominant que soit l'un ou l'autre dans un mélange salin. Il ne faut pas oublier, en cas d'excès de chlore, de calciner le produit de la saturation de la partie aqueuse, afin de réduire à l'état de chlorure le chlorate formé, et de pouvoir précipiter tout le chlore, en versant dans la dissolution du nitrate d'argent.

M. Charles Lowig, pharmacien de Heidelberg à qui les chimistes doivent l'avantage de pouvoir se procurer aujourd'hui le brôme très-abondamment, à un prix modéré, ayant indiqué l'alcool comme d'un emploi avantageux dans la préparation de l'acide bromique, M. Sérullas soupçonna que ce savant n'avait mêlé ces deux corps l'un à l'autre que très-étendus, et qu'à un plus grand état de concentration il pourrait y avoir réaction mutuelle.

En effet, 3 à 4 grammes de cet acide médiocrement concentré, ayant été versés dans une quantité à peu près égale d'alcool à 40°, la liqueur s'est aussitôt colorée, et il y a eu développement d'une forte chaleur, qui s'est élevée jusqu'à une vive ébullition, en donnant lieu à des vapeurs abondantes de brôme, accompagnées d'une odeur très-pénétrante d'éther acétique. Le liquide, coloré en jaune, contenait un peu d'acide hydrobromique.

Ainsi, l'acide bromique agit sur l'alcool concentré, à la température ordinaire, d'une manière aussi prompte et aussi tumultueuse que le fait l'acide nitrique, à l'aide de la chaleur. Il enlève, avec son oxygène, de l'hydrogène à une partie de l'alcool, et la transforme en acide acétique, qui s'unit à une autre partie d'alcool pour produire l'éther acétique. Le brôme est mis en liberté.

L'acide chlorique concentré, versé sur de l'alcool à 40°, agit vivement à la température ordinaire; il y a ébullition, dégagement de chlore et formation d'éther acétique. S'il y a peu d'alcool, il est tout entier transformé en acide acétique, extrêmement fort, égal au vinaigre radical.

L'acide chlorique et l'acide bromique donnent lieu aux mêmes phénomènes avec l'éther qu'avec l'alcool.

L'acide chlorique a encore une propriété remarquable : si l'on y plonge une matière végétale sèche, comme du papier brouillard plié en plusieurs doubles, celui-ci, au moment où on le retire, s'enflamme vivement, et il s'en exhale une odeur forte, tout à fait analogue à celle de l'acide nitrique.

M. Sérullas fait remarquer, à la fin de son mémoire, que les acides chlorique et bromique qu'il a employés dans ses expériences, ont été préparés par l'acide hydrofluorique silicé, et qu'ils ne présentent pas les mêmes propriétés physiques que lorsqu'ils sont obtenus par l'acide sulfurique et le chlorate ou le bromate de baryte, du moins d'après la description qu'en donnent les auteurs; et cependant il a bien retrouvé dans les substances qu'il a employées tous les caractères d'acides purs. Il se propose de comparer les acides obtenus par ces deux procédés, et de rechercher la cause des différences qu'ils paraissent présenter.

On sait depuis longtemps que l'arsenic et l'hydrogène sont susceptibles de se combiner et de former deux composés, l'un gazeux et l'autre solide. La découverte du premier est due à Scheele, celle de l'autre à MM. Gay-Lussac et Thénard; et quoique plusieurs chimistes s'en soient occupés, ces deux corps ont fourni encore à M. Soubeiran des observations dignes d'intérêt. Le premier est l'hydrogène arsénié : des différents moyens indiqués pour l'obtenir, aucun ne le donnait que mélangé de plus ou moins d'hydrogène. M. Soubeiran l'obtient très-pur en traitant, par l'acide hydrochlorique fort, un alliage à parties égales d'arsenic et de zinc; et comme il

se pourrait que les gaz obtenus par d'autres procédés ne fussent pas identiques dans leur nature intime, M. Soubeiran les a analysés, et a reconnu qu'ils étaient tous formés des mêmes proportions d'hydrogène et d'arsenic, avec une quantité variable d'hydrogène à l'état de mélange seulement.

M. Soubeiran a mis successivement ce gaz hydrogène arsénié en contact avec un grand nombre de corps simples, d'oxydes et d'acides, et remarqué que les oxydes facilement réductibles oxygènent ses deux éléments, et qu'un grand nombre d'autres oxydes se convertissent en arséniures métalliques, tandis que les sels à bases alcalines n'en sont aucunement affectés.

M. Soubeiran a confirmé l'analyse de ce gaz donnée par M. Dumas, et d'après laquelle il consiste en trois volumes d'hydrogène et un volume de vapeur d'arsenic, condensés en deux volumes.

La seconde des combinaisons de l'arsenic et de l'hydrogène est l'hydrure d'arsenic. Plusieurs chimistes ont admis que ce corps se forme, soit lorsqu'un fragment d'arsenic est fixé à l'extrémité du fil négatif d'un appareil galvanique disposé pour la décomposition de l'eau; soit lorsque le gaz hydrogène arsénié se décompose par le contact de l'air ou de l'eau aérée; soit lorsque le chlore agit sur ce gaz; soit enfin lorsqu'un arséniure décompose l'eau. Les expériences de M. Soubeiran prouvent que la dernière de ces assertions est seule exacte, et que les autres n'ont point de fondement.

Mais il restait à déterminer la proportion des éléments dans cet hydrure d'arsenic, qui se présente sous la forme d'une poudre brune. M. Soubeiran l'a recherchée par une

méthode d'analyse très-compliquée et très-délicate, et il établit qu'il se compose d'un atome d'arsenic et de deux atomes d'hydrogène.

MM. Clément et Desormes ont les premiers fait connaître une matière cristalline qui se manifeste dans la fabrication de l'acide sulfurique, et l'ont considérée comme une combinaison d'acide sulfurique et de deutoxyde d'azote. Plus tard, M. Gay-Lussac a reconnu que c'est un composé d'acide sulfurique et d'acide nitreux ; M. William Henry a donné même les proportions de ce composé, qui sont :

Acide sulfurique anhydre.....	5 atomes.
Acide nitreux.....	1 atome.
Eau.....	5 atomes.

Enfin M. Bussy, dans ses travaux sur l'acide sulfurique, a confirmé par des expériences positives, l'exactitude des résultats auxquels MM. Gay-Lussac et William Henry étaient arrivés.

M. Gaultier de Claubry, dans un mémoire sur cette matière, où il arrive aux mêmes conclusions, donne le moyen de l'obtenir pure, et débarrassée de la surabondance des acides au milieu desquels elle s'est formée, particulièrement de l'acide nitrique : ce moyen consiste à la laver à plusieurs reprises avec de l'acide hyponitrique, que l'on enlève ensuite lui-même en soumettant les cristaux à un courant d'air desséché par le chlorure de calcium, et à une température de 28 à 30 degrés.

L'auteur décrit les propriétés de la matière cristalline purifiée par ce moyen ; il note avec soin les changements que lui

font subir les températures diverses auxquelles il l'a soumise, depuis 5 degrés jusqu'à 280° centigrades. Il signale la vive incandescence à laquelle donnent lieu les cristaux, mêlés à la magnésie ou à la baryte, chauffés à 200° environ.

Il a répété par d'autres procédés que M. William Henry l'analyse de ces cristaux, et il en est résulté que ceux-ci seraient formés pour 100 parties, de :

Acide sulfurique.....	64,08.
Acide nitreux.....	24,42.
Eau.....	11,50.

Il attribue la différence de cette analyse avec celle de M. Henry, à la présence probable d'une certaine quantité d'acide sulfurique dans les cristaux examinés par le chimiste anglais : ils avaient en effet un aspect pâteux, tandis que M. Gaultier de Claubry les obtient parfaitement secs. Enfin il pense que la dénomination de sulfate nitreux anhydrique que M. Berzelius a donnée à ce corps cristallin doit être adoptée comme représentant avec exactitude sa composition.

M. Leroux, pharmacien à Vitry-le-Français, avait adressé à l'Académie deux produits extraits de l'écorce du saule, dont l'un, qu'il nommait *salicine*, lui paraissait une base végétale salifiable, et dont il jugeait l'autre un sulfate de cette base : il annonçait en même temps que ces deux substances possèdent à un haut degré la propriété fébrifuge, et pourraient dans un grand nombre de cas suppléer le sulfate de quinine.

Ces faits intéressaient trop vivement la médecine pour ne

pas attirer toute l'attention des commissaires de l'Académie. Ils ont d'abord reconnu que la substance extraite de l'écorce du saule, sous le nom de salicine, ne peut être rangée parmi les alcalis végétaux : loin de se combiner avec elle, les acides la décomposent et lui font perdre la propriété de cristalliser, et elle ne contient pas d'azote. Ce n'en est pas moins une substance très-remarquable et par ses caractères chimiques et par ses propriétés médicales. Elle prend, lorsqu'elle est pure, la forme de cristaux blancs, très-ténus et nacrés ; elle se dissout aisément dans l'eau et l'alcool, mais non dans l'éther : sa saveur est des plus amères.

Après avoir constaté l'existence de la salicine, les commissaires de l'Académie se sont convaincus par des expériences directes qu'elle est un agent fébrifuge suffisant pour arrêter, à dose assez petite, à 24 ou 30 grains par exemple, les fièvres intermittentes. Des essais, tentés par plusieurs médecins, ont confirmé ces résultats; et l'on ne saurait nier que la découverte faite par M. Leroux, dans une écorce si commune, d'un principe qui se rapproche pour les propriétés de celui que recèle le quinquina, ne soit une acquisition très-importante pour la thérapeutique.

M. Braconnot, qui avait employé utilement l'écorce de tremble contre les mêmes maladies, et qui avait remarqué que l'extrait de cette écorce se comporte avec les réactifs à peu près comme celui du quinquina, ayant appris la découverte que M. Leroux venait de faire de la salicine, voulut s'assurer si l'écorce du tremble ne contiendrait point quelque principe analogue, et il a reconnu que la salicine elle-même s'y trouve en parfaite identité. On se la procure

aisément en versant dans la décoction de cette écorce du sous-acétate de plomb, et en évaporant la liqueur limpide et incolore, préalablement privée de l'excès de plomb par l'acide sulfurique. Il ne s'agit plus que d'ajouter sur la fin un peu de noir animal et de filtrer la liqueur bouillante; la salicine s'en sépare, et cristallise aussitôt par le refroidissement.

Mais M. Braconnot a encore découvert un autre principe dans l'écorce du tremble. En versant dans l'eau mère, dont la salicine s'est séparée, du carbonate de potasse, il s'y forme un précipité blanc qui se dissout dans l'eau bouillante et cristallise par le refroidissement en aiguilles très-fines d'une saveur sucrée, analogue à la réglisse. M. Braconnot a donné à cette substance le nom de *populine*.

La salicine se trouve également, d'après ce chimiste, dans le peuplier blanc et dans le peuplier grec; mais le peuplier noir et beaucoup d'autres espèces de ce genre en paraissent dépourvus; divers saules, les *salix alba*, *triandra*, *fragilis*, en manquent également, quoique depuis longtemps on vante leur efficacité comme fébrifuges; c'est des *salix fissa*, *amygdalina* et *helix* que l'on peut en retirer avec plus de facilité.

Vauquelin et M. Robiquet ont découvert dans les jeunes pousses d'asperges une substance particulière, qu'ils ont désignée sous le nom d'*asparagine;* et quoique la petite quantité qu'ils en avaient obtenue ne leur eût pas permis de l'étudier d'une manière complète, il ne leur avait pas échappé que cette substance, soumise à l'action de l'acide nitrique, fournit de l'ammoniaque.

Depuis lors, M. Plisson a démontré que ce qu'on avait pris dans la racine de guimauve pour un malate acide d'althéine, et, dans la réglisse, pour une matière cristalline spéciale, n'est autre chose que l'asparagine, et qu'elle existe également dans la grande consoude et dans toutes les variétés de la pomme de terre.

Le même chimiste a aussi établi que l'asparagine, sous l'influence de différents agents, se transforme en un acide nommé *aspartique*, susceptible de former des sels avec les diverses bases.

MM. Plisson et Henry fils, dans une monographie de l'asparagine qu'ils ont soumise à l'Académie, ont ajouté aux faits précédents des observations nouvelles.

L'asparagine est incolore et inodore, d'une transparence comparable à celle des pierres précieuses de la plus belle eau : sa cristallisation facile offre tantôt la forme du prisme hexaèdre, tantôt celle d'un prisme droit rhomboïdal ou de l'octaèdre rectangulaire; elle est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et l'éther: lorsqu'on la calcine au rouge, au contact de l'air, elle disparaît entièrement en donnant lieu à tous les produits des matières animales. Aussi résulte-t-il de l'analyse que les auteurs en ont faite, que l'asparagine compte au nombre de ses éléments une forte proportion d'azote.

Voulant s'assurer si l'odeur particulière, bien connue, que les asperges communiquent aux urines, pouvait être rapportée à l'action de l'asparagine sur les reins, ces chimistes ont pris intérieurement des quantités de cette substance plus grandes que celle qu'aurait pu contenir un nombre déterminé d'asperges, mais sans remarquer aucun changement dans leur urine.

L'action de l'eau, des alcalis, des acides, aidée d'une certaine température, est très-remarquable et donne lieu constamment au même phénomène de transformation, savoir: avec l'eau il se montre de l'ammoniaque et de l'acide aspartique qui sursature l'ammoniaque; avec la potasse carbonatée, du carbonate d'ammoniaque et de l'aspartate de potasse; avec le bicarbonate de potasse, les mêmes produits, et de l'acide carbonique libre; avec l'acide hydrochlorique, de l'hydrochlorate et de l'aspartate d'ammoniaque; avec l'acide nitrique, du nitrate et de l'aspartate d'ammoniaque.

Cette action des acides forts sur l'asparagine offre un moyen d'obtenir très-aisément l'acide aspartique.

Les auteurs ont terminé leur travail par des considérations et des expériences propres à expliquer la cause de ces changements, et ils ont cru la trouver dans les forces électrochimiques.

M. Chevreul a obtenu sous la forme cristalline les principes colorants de la gaude, du quercitron et du bois jaune; il les nomme *lutéoline*, *quercitrin* et *môrin*. Tous sont susceptibles de se sublimer en aiguilles, de sorte qu'en cela ils ressemblent au principe jaune de la noix de galle que le même chimiste fit connaître en 1814.

Un fait remarquable, c'est qu'il existe dans le bois jaune un autre principe que le *môrin*; M. Chevreul l'en distingue sous le nom de *môrin blanc*. Comme le môrin, il a la propriété de former des combinaisons jaunes avec les acides et les bases salifiables incolores, mais il en diffère en ce qu'au lieu de former avec le peroxyde de fer un composé insoluble

d'un vert olive, il en forme une couleur marron, et ce caractère distinctif se retrouve dans les cristaux que l'on obtient en distillant ces deux substances.

M. Chevreul est parvenu à isoler encore quelques autres principes colorants jaunes, de nature organique, des matières qui les contiennent.

Dans le travail que l'auteur a lu à l'Académie, il s'est borné à décrire les propriétés principales de la lutéoline, du quercitrin et des môrins, se réservant de faire connaître leurs rapports avec l'art de la teinture par de nouvelles recherches; mais en annonçant celles-ci, l'auteur a insisté sur un point bien important de la chimie appliquée à la teinture: c'est qu'on se tromperait beaucoup *si l'on pensait qu'il est toujours avantageux de fixer des principes colorants à l'état de pureté sur les étoffes; car il est démontré pour M. Chevreul que plusieurs de ces principes ne forment des composés colorés stables* qu'autant qu'ils sont unis à quelques-uns des autres principes qui les accompagnent dans les plantes.

Les amandes amères donnent par la distillation une huile volatile, qui, par l'exposition à l'air, se convertit en cristaux aiguillés, brillants et acides, lesquels ne sont autre chose que de l'acide benzoïque. MM. Robiquet et Boutron se sont livrés à ce sujet à un travail très-intéressant; à l'aide de procédés ingénieux, ils ont constaté:

1° Que l'huile volatile des amandes amères n'existe pas comme telle dans le fruit, mais que c'est un produit nouveau qui ne se forme que par le concours de l'eau.

2° Que cette huile, douée d'une très-grande volatilité, mise en contact en vases clos avec de l'oxygène, l'absorbe et le convertit en acide benzoïque, ce qui prouve que cet acide ne préexiste pas non plus dans l'huile volatile.

3° Que l'huile fixe d'amandes amères qu'on obtient par expression, n'a aucune odeur; qu'il en est de même du résidu; que de plus rien ne peut faire développer l'arome dans l'huile fixe, tandis qu'il suffit d'humecter le résidu d'où elle a été exprimée, pour obtenir immédiatement le dégagement de l'odeur prussique la plus prononcée : d'où il semble que les éléments qui concourent à la formation de l'huile volatile, restent dans le son d'amande, et ne s'écoulent pas avec l'huile fixe par la compression.

Les auteurs, en traitant la pâte d'amandes amères par l'alcool concentré et par l'éther, en ont séparé trois principes distincts : une matière de nature résineuse, une substance cristalline particulière, et une espèce de sucre liquide, tous exempts de l'odeur propre aux amandes.

De ces trois produits, celui qui cristallise a attiré plus spécialement l'attention des auteurs : ils le nomment *amygdaline*. C'est une substance blanche, inodore, inaltérable au contact de l'air, d'une saveur amère qui rappelle celle des amandes d'où on la retire, très-soluble dans l'alcool, et cristallisant par le refroidissement en aiguilles rayonnées; enfin susceptible de dégager de l'ammoniaque, quand on la chauffe avec de la potasse caustique en dissolution.

Cette substance serait, suivant MM. Robiquet et Boutron, la cause unique de l'amertume des amandes, et l'un des éléments de l'huile volatile, dans laquelle d'ailleurs ils seraient portés à admettre l'existence d'un radical benzoïque.

Les méthodes diverses indiquées par les chimistes pour extraire la matière colorante du sang, donnent un produit qui, sans être le même pour toutes, présente généralement aux réactifs chimiques les mêmes caractères que l'albumine, de sorte que jusqu'à présent les deux substances n'ont pu être distinguées que par la couleur.

M. Lecanu a cherché à porter plus loin cette analyse, et trouvé que la matière colorante, telle qu'on l'obtenait jusqu'à ce jour, est un mélange, ou même une combinaison à parties égales, d'albumine avec une substance dans laquelle seule réside la couleur, et qui en est par conséquent le véritable principe colorant; il propose de conserver à la combinaison dont nous venons de parler le nom d'*hématosine,* sous lequel elle a été désignée jusqu'ici, et de donner à la substance colorante proprement dite et qu'il a isolée, celui de *globuline.* La globuline s'obtient à l'aide d'un procédé facile que M. Lecanu décrit avec soin; humide, elle est d'un beau rouge; à l'état sec, elle prend un rouge-brun. L'incinération démontre qu'elle contient 0,174 de son poids de fer, c'est-à-dire, une quantité double de celle que M. Berzelius trouvait dans l'hématosine, comme cela était naturel à concevoir, puisque l'hématosine contient moitié de son poids d'albumine. Cette globuline est très-soluble dans les alcalis, et beaucoup plus que l'albumine coagulée. Enfin, une de ses propriétés les plus remarquables est de former avec de l'acide hydrochlorique un composé soluble dans l'alcool concentré.

M. Darcet, toujours occupé d'appliquer à l'utilité publique les découvertes de la chimie, et à répandre dans toutes

les classes de la société la connaissance et la pratique de ces applications, a publié plusieurs brochures sur l'emploi de la gélatine des os, sur les appareils les plus convenables pour l'extraire en grand, sur des biscuits que l'on en imprègne, et qui contiennent ainsi tous les éléments de soupes nutritives. Il s'est occupé aussi des moyens de maintenir pur l'air des salles de spectacle, des salles de dissection; et les procédés simples qu'il indique à cet effet seront également susceptibles d'emploi pour tous les lieux fermés exposés à être infectés de vapeurs méphitiques.

Dans une note communiquée à l'Académie, M. PAYEN avait annoncé comme résultat de ses recherches sur la pierre à plâtre :

1° Que le gypse ou sulfate de chaux, réduit en poudre, se transforme en plâtre, ou, ce qui est la même chose, perd son eau de cristallisation à la température de 78 à 80 degrés centigrades; d'où il tire cette conséquence, que c'est à ce nombre de degrés que s'opère la cuisson utile du plâtre;

2° Que, à cette température, il ne se décompose aucune partie du carbonate calcaire; ce qui le porte à croire qu'il n'est pas nécessaire que le carbonate de chaux soit décomposé pour que le plâtre ordinaire acquière toute la ténacité dont il est susceptible.

Les commissaires de l'Académie n'ont pas pensé qu'il fût démontré que la décomposition du carbonate n'est pas nécessaire pour obtenir une meilleure qualité du plâtre : il leur a paru au contraire fort possible que le plâtre chargé de chaux fût, précisément en raison de la chaux qu'il contien-

drait, un meilleur ciment pour lier les matériaux que le plâtre fin.

Ils n'ont pas non plus adopté l'opinion que la cuisson utile du plâtre pût s'opérer à 78 ou 80 degrés centigrades. A cette température, l'eau ne peut se dégager qu'autant que la pierre est en poudre, et exposée très-longtemps à un courant d'air; encore faudrait-il que la couche du plâtre fût mince.

Ils ont fait à ce sujet quelques expériences en plaçant du sulfate de chaux en petits cristaux et de la pierre à plâtre ordinaire dans des tubes de verre effilés, et recourbés de manière à plonger leurs extrémités recourbées dans du mercure; d'une autre part, la partie du tube contenant la matière a été plongée dans un bain de mercure dont on a élevé successivement la température. Tant que le bain n'a pas dépassé 115 degrés, il ne s'est pas dégagé d'eau, et les cristaux ont conservé leur transparence; et ce n'est qu'à 118 et même 119° que la matière a commencé à blanchir à la surface, et que l'on a vu de petites gouttelettes tapisser le haut du tube.

MÉTÉOROLOGIE.

Les Antilles ont été de nouveau agitées par quelques tremblements de terre, dont M. Moreau de Jonnès a communiqué à l'Académie la date précise et les principales circonstances.

A la Martinique on a ressenti des secousses le 21 mars 1830, à 2^h 30′ après midi, et le 19 juin, à 9^h 30′ du soir.

A Haïti, et surtout au Port-au-Prince, on a éprouvé, le 15 avril dans la nuit, plusieurs secousses dont la violence a

surpassé celle des tremblements de terre ressentis depuis vingt ans.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

M. Rozet, ingénieur-géographe attaché à l'état-major de l'expédition d'Alger, a eu occasion d'étudier, sous le point de vue géologique, tout le pays qui a été parcouru par les troupes françaises. Voici les principaux résultats de ses reconnaissances :

Les montagnes peu élevées qui, à partir de *Sidi-el-Ferruch*, bordent la côte d'Alger, et sur le penchant desquelles cette ville est bâtie, sont composées de roches primordiales, gneiss, schistes micacés, schistes talqueux et calcaire blanc ou gris, saccaroïde, dont les couches plongent de 10 à 15 degrés vers le sud.

Sur cette petite chaîne sont des lambeaux d'un terrain tertiaire horizontal, formé de grès diversement colorés, de poudingues ferrugineux, de marnes sablonneuses, et d'un calcaire grossier marin peu ancien, dans lequel on observe quelques coquilles d'eau douce ou terrestres. L'analogie de cette dernière espèce de roche avec celles de même nature qui existent dans les parties basses de nos départements de l'Aude et de l'Hérault, est très-frappante et très-remarquable.

Le terrain tertiaire s'étend au sud, dans une partie de la grande plaine de la *Métidjah*.

Le reste de la plaine, jusqu'au pied du petit Atlas, est composé d'alluvions anciennes, argiles limoneuses, graviers et galets.

La chaîne du petit Atlas atteint sa plus grande hauteur à

la latitude de *Bléida*. Dans cette partie, les principaux sommets s'élèvent d'environ 1200 mètres au-dessus de la Méditerranée; les crêtes sont découpées, les vallées profondes et étroites, et les pentes offrent un grand nombre de déchirures escarpées. Les roches que les torrents amènent de cette partie de la chaîne vers Bléida sont des schistes talqueux ou phylladiens, des calcaires gris lamellaires, et quelques fragments de gneiss.

M. Rozet n'a point pénétré dans cette partie des montagnes. L'expédition dont il faisait partie a franchi la chaîne en suivant une direction qui est de plus de trois lieues à l'ouest.

Dans cette traversée, on ne rencontre que des roches bien moins anciennes que les précédentes. M. Rozet les rapporte à la formation connue en Europe sous le nom de lias ou calcaire à gryphites. Ce sont des calcaires compactes noirâtres, des argiles schisteuses et des marnes feuilletées, qui ne renferment d'autres restes organiques que quelques peignes, quelques huîtres, et de petits bivalves analogues aux possidonies. Les couches en sont rompues et déplacées; elles plongent en général vers le sud, et rarement vers le nord. Les inclinaisons varient de 10 à 70 degrés.

Au pied du revers méridional du petit Atlas est un pays inégal, beaucoup plus élevé au-dessus de la Méditerranée que ne l'est la plaine de la Métidjah, et dont la largeur, jusqu'à la chaîne du grand Atlas, est de près de quarante lieues. L'expédition française ne s'est avancée que jusqu'à Média, c'est-à-dire, à environ trois lieues vers le sud. La petite portion traversée a présenté un terrain tertiaire analogue à celui des environs d'Alger, et dont les couches se montrent horizontales ou faiblement inclinées. Les matériaux dominants sont

des grès et des sables ferrugineux. Les coquilles fossiles les plus abondantes sont des pétoncles, des peignes, des huîtres à grand talon, des espèces de bucardes, et surtout de grands murex identiques avec ceux qui caractérisent les calcaires grossiers de la Provence. M. Rozet estime que ce terrain s'étend jusqu'au pied du revers septentrional de la chaîne du grand Atlas.

On sait que les bancs de pierre calcaire, qui appartiennent à la formation appelée *jurassique* par les géologistes, recèlent les os de beaucoup de grands animaux de la classe des reptiles, et notamment plusieurs espèces de la famille des crocodiles. On en a découvert entre autres depuis longtemps deux espèces à long museau dans les environs de Honfleur, et les carrières de pierre blanche des environs de Caen en ont fourni plus récemment une autre. M. Cuvier, dans son grand ouvrage sur les ossements fossiles, a fait connaître ces animaux, autant que cela lui était possible, d'après ce qu'il avait de leurs fragments à sa disposition. Pour celui de Caen en particulier, quoiqu'il n'en possédât que la moitié d'un crâne, quelques vertèbres et des empreintes des écailles, il a fait remarquer que ses arrière-narines sont fort différentes de celles des crocodiles ordinaires, beaucoup plus ouvertes, et ouvertes beaucoup plus en avant, et que l'os ptérygoïdien n'y approche pas du développement qu'il a dans les crocodiles, où il termine en arrière et sous la base du crâne le long tube nasal. Il a annoncé aussi que les écailles y sont imbriquées, c'est-à-dire, que le bord postérieur de chacune recouvre la base de celle qui la suit. Enfin, il fait voir que les corps

de ses vertèbres ne s'articulent point comme dans les crocodiles vivants par des faces convexes et concaves, et ses figures montraient la direction particulière des dents, qui ne paraissent pas aussi verticales que dans les crocodiles ordinaires, mais se dirigent plus ou moins sur les côtés.

M. Deslongchamps, professeur d'histoire naturelle à Caen, qui avait concouru à la première découverte de ces os, ayant suivi cette recherche, et plusieurs autres amateurs d'histoire naturelle de cette ville s'en étant aussi occupés, on a recueilli un nombre de pièces beaucoup plus considérable, et M. Geoffroy-Saint-Hilaire, s'étant rendu sur les lieux, en a fait un objet particulier d'études, et a présenté à l'Académie les résultats de ses observations.

Dès 1825, ainsi que nous l'avons dit dans notre analyse de cette année-là, il avait conclu de cette différence des arrière-narines, qu'il convenait de faire de cet animal de Caen un genre particulier qu'il avait appelé *Teleosaurus* (parfait lézard), parce que cette circonstance d'organisation le rapproche un peu d'animaux plus *parfaits*, des mammifères. Conjecturant que les arrière-narines devaient avoir quelque chose de semblable dans les crocodiles d'Honfleur, il en a fait également un genre à part, nommé *Steneosaurus*.

Dès lors aussi il était allé plus loin. Considérant que les conditions physiques et matérielles du globe, et particulièrement la composition de l'atmosphère, ont dû éprouver de grands changements aux époques des révolutions géologiques, et que ces changements ont dû affecter de préférence les premières voies, la respiration, il en avait conclu qu'il est très-possible que les gavials ou crocodiles à long museau

d'aujourd'hui ne soient que les anciens téléosaurus, dont l'organisation aura été modifiée conformément à ces modifications du globe lui-même. C'est la doctrine qu'il a généralisée dans un mémoire de l'année dernière, dont nous avons aussi rendu compte.

Cette année, appuyé sur le grand nombre de pièces découvertes à Caen, il est revenu sur le sujet des téléosaurus.

Parmi ces pièces se sont trouvées quelques parties des membres, et l'armure robuste dont ces téléosaurus sont revêtus. Les écailles du dessous de leur corps ne sont pas seulement cornées et flexibles comme dans les crocodiles ordinaires, mais dures et pierreuses; en sorte qu'elles forment ensemble un plastron presque inflexible. Celles du dos ont une force proportionnée, et fournissent des bandes transversales encore plus épaisses et plus dures que les écailles du ventre. L'animal était ainsi enveloppé entre deux puissantes pièces de cuirasse.

On n'a encore rien de bien complet sur les extrémités, et l'on attend à cet égard les résultats des fouilles que l'on fait avec une grande ardeur.

Néanmoins, d'après cet empiétement des écailles les unes sur les autres, que M. Geoffroy juge être un caractère de poisson, il ne s'attend point, dit-il, à voir sortir de ces carrières un pied armé de griffes, comme celui du crocodile, mais il croit que ce sera une sorte de nageoire analogue à celles des ichthyosaurus et des plésiosaurus.

Nous devons ajouter que, dans un nouveau voyage fait à Caen depuis peu, M. Geoffroy a reconnu qu'il existe dans les carrières de ce canton deux espèces distinctes de téléosaurus; il s'est assuré aussi que des os trouvés à quelques

lieues plus haut, et attribués à ce même reptile, appartiennent au genre voisin des *sténéosaurus*, lequel lui paraît intermédiaire entre les téléosaurus et les crocodiles, et dont il existe aussi, dit-il, un grand nombre d'espèces.

Dans un mémoire tout récent, où il examine la position géologique de ces divers animaux, il les présente comme d'un âge intermédiaire entre celui des ichthyosaurus et celui des crocodiles, comme ayant commencé à exister, cependant, avant l'anéantissement des premiers, avec lesquels on les trouve quelquefois, ce qui, dit-il, n'a pas lieu pour les crocodiles.

M. Geoffroy trouve plus de ressemblance entre l'arrière-crâne du téléosaurus et du crocodile qu'entre les arrière-narines, et c'est ici qu'il reproduit son ancienne opinion sur l'os du rocher, qu'il suppose placé au-dessus de l'arrière-crâne, et se soudant avec son correspondant et avec l'occipital supérieur, qui sert, dit-il, aux deux rochers de muraille extérieure; les deux oreilles forment ainsi, selon lui, un bandeau transversal passant par-dessus le cerveau; et il assure avoir vu dans une monstruosité une disposition semblable, avec cette différence essentielle cependant, que c'était par-dessous et non par-dessus que les oreilles se joignaient.

M. Cuvier n'admet point cette position du rocher, et il a rappelé à ce sujet à l'Académie, qu'ayant examiné l'oreille interne du crocodile, il s'est assuré que son labyrinthe, ainsi que celui des oiseaux et de la plupart des reptiles, est entouré de trois os, l'occipital latéral, l'occipital supérieur, et un troisième dans lequel il croit voir le vrai rocher; que la fenêtre ronde est tout entière dans l'occipital latéral; que la fenêtre ovale est une échancrure du rocher, complétée par le bord de cet occipital latéral. Cette position

profonde du rocher du crocodile, sa petitesse et la manière compliquée dont il s'entrelace avec les os voisins, lui paraissent avoir empêché M. Geoffroy de le distinguer et de lui assigner son véritable nom.

PHYSIQUE VÉGÉTALE ET BOTANIQUE.

La structure et les fonctions des feuilles ont fait depuis longtemps l'objet des travaux des botanistes, et les avis étaient partagés à la fois sur les organes qui entrent dans leur composition, et sur l'usage de ces organes, lorsque M. Amici, à l'aide d'instruments d'optique perfectionnés, répandit un nouveau jour sur ce sujet. L'épiderme, selon lui, est une couche de cellules transparentes distincte du parenchyme sous-jacent, avec lequel elle n'a aucune adhérence. La forme des cellules de cette enveloppe est variable, mais diffère toujours de celle des cellules du parenchyme. Les petites aires elliptiques qu'on nomme stomates ont constamment une fente qui s'étend dans la direction de leur grand diamètre; deux petites cellules, allongées en bourrelet et remplies de matière verte, garnissent intérieurement, l'une à droite, l'autre à gauche, les bords de cette fente, et, par un effet hygrométrique, la forcent à s'ouvrir ou a se fermer selon que l'atmosphère est sèche ou humide. Ce petit appareil correspond toujours aux lacunes situées immédiatement sous l'épiderme, de sorte qu'on peut le considérer comme l'orifice de ces cavités, qui ne contiennent que de l'air.

Le parenchyme est composé de cellules cylindriques parallèles les unes aux autres, placées dans une direction perpen-

diculaire au plan de l'épiderme, et laissant de distance en distance des vides entre elles, ou de cellules unies bout à bout, qui forment une sorte de réseau dont les mailles sont des lacunes. Les cellules contiennent de la matière verte.

M. Amici attribue aux stomates la fonction de rejeter l'oxygène pendant le jour.

M. Adolphe Brongniart, dans un mémoire sur le même sujet, a, pour tout ce qui se rapporte à l'organisation de l'épiderme, des stomates et du parenchyme des feuilles aériennes, confirmé par de bonnes observations et des dessins exacts, les assertions de M. Amici. On lui doit aussi la connaissance de quelques faits de détail qui n'avaient pas été aperçus par celui-ci. Il montre, par exemple, que l'épiderme est formé, dans certaines espèces, non pas seulement d'une, mais de plusieurs couches de cellules : le laurier-rose présente ce phénomène d'organisation fort curieux, qu'on ne trouve pas de stomates sur ses feuilles, et qu'ils y sont remplacés par des cavités ouvertes à l'extérieur, garnies de poils, et dont le fond va gagner le parenchyme au travers d'un épiderme fort épais.

M. Brongniart n'est pas d'accord avec M. Amici sur les fonctions; il croit que les stomates, suivant les circonstances, absorbent ou rejettent de l'air, ou pompent de l'humidité. L'organisation des plantes immergées lui fournit des arguments en faveur de cette doctrine.

Les feuilles aériennes, selon M. Brongniart, ont besoin d'une enveloppe qui garantisse leur parenchyme du desséchement, et toutefois il faut que l'air les pénètre pour que le phénomène de la respiration s'accomplisse. Leur épiderme, peu perméable, remplit le premier objet; leurs stomates et les lacunes qui communiquent avec ces petites bouches

remplissent le second. Mais les feuilles immergées ne sont pas exposées à perdre leur humidité, et des stomates communiquant avec des lacunes n'y faciliteraient que faiblement l'introduction de l'eau, véhicule de l'air, sans lequel il n'y aurait point de respiration. Une organisation spéciale était donc nécessaire. L'épiderme, les stomates et les lacunes sous-jacentes manquent; les poumons sont à nu, si l'on peut ainsi parler; les feuilles pompent l'eau et expirent les gaz par toute leur surface.

A la suite de ces faits, M. Brongniart a exposé d'une manière ingénieuse la comparaison, qui s'offrait naturellement, de ces feuilles aquatiques avec les organes respiratoires des poissons, et des feuilles aériennes avec les organes respiratoires des animaux qui vivent dans l'air.

M. Schultz, professeur à l'Université de Berlin, qui a passé quelque temps l'année dernière à Paris, a soumis à l'examen de l'Académie des recherches sur l'anatomie et la physiologie végétales, qui tendraient à prouver l'existence d'une véritable circulation dans les plantes phanérogames.

Corti, Fontana, Amici, ont successivement observé dans quelques espèces de chara, et dans le naya, une sorte de circulation que M. Schultz, après l'avoir également observée dans le valisneria, croit commune à toute cette classe. Dans ces plantes toutes celluleuses, on remarque un tournoiement, un mouvement rotatoire du suc dans chaque cellule : si les cellules sont arrondies, le suc se meut comme une roue autour de son axe; si elles sont allongées en manière de tube, il monte d'un côté et descend de l'autre, pour remonter ensuite, précisément comme la chaîne d'un tournebroche.

Mais la structure des plantes monocotylédones et dicotylédones est plus compliquée. M. Schultz y reconnaît trois éléments organiques, le tissu cellulaire, les conduits spiraux ou trachées, et les vaisseaux vitaux. Chacun de ces organes a des fonctions qui lui sont propres. L'absorption, le mouvement de la lymphe et l'assimilation se font par les conduits spiraux, soit qu'ils aient conservé leur forme primitive, ou que, changés en tubes ligneux, ils constituent le bois.

Les vaisseaux vitaux servent à la circulation : ce sont des tubes grêles à paroi entière, mince et transparente. Ils communiquent entre eux par des anastomoses, et sont souvent en contact immédiat avec les conduits spiraux. La lymphe, par des voies inconnues, passe de ces derniers dans les vaisseaux vitaux ; c'est alors qu'elle change de nature et qu'elle devient le suc vital ou *latex*. Celui-ci, qu'on a souvent confondu avec les sucs propres, renferme peu d'oxygène, mais beaucoup de carbone et d'hydrogène. Tantôt il est incolore et tantôt coloré. Celui de la chélidoine est jaune ; celui du figuier, de l'euphorbe, de l'asclepias est blanc. En examinant la liqueur avec attention, on y voit nager des corpuscules nombreux. Ils ont une organisation particulière, et jouissent d'une mobilité bien différente du mouvement de circulation qui les entraîne. Ce latex circule non en tournoyant dans une même cavité comme celui des plantes celluleuses, mais en passant successivement par des vaisseaux qui communiquent les uns avec les autres, et en rentrant dans ceux d'où il est parti, pour recommencer la même révolution. Enfin, le tissu cellulaire, organe de la nutrition et des sécrétions, reçoit la liqueur : là, un dernier travail a lieu. Des huiles, des résines et autres sucs propres se déposent dans certaines

cavités du tissu, où ils restent stagnants, et le cambium, qui est le commencement de toutes les nouvelles productions végétales, se développe.

La disposition des conduits spiraux et des vaisseaux vitaux, et par conséquent la distribution de la lymphe et du latex, ne sont pas les mêmes dans les tiges des monocotylédones et des dicotylédones. Les conduits spiraux des premières forment des filets grêles épars dans le tissu cellulaire, et ils sont entourés par les vaisseaux vitaux. Les conduits spiraux des secondes forment les couches ligneuses, et les vaisseaux vitaux sont logés dans l'écorce.

Les nervures, les veines, les veinules des feuilles, des stipules, des bractées, des sépales, des pétales, offrent la réunion des conduits spiraux et des vaisseaux vitaux ; elles sont donc les indicateurs certains de la route que suivent la lymphe et le latex dans ces expansions végétales.

Telle est la théorie de M. Schultz réduite à sa plus simple expression : sans être d'accord avec lui sur quelques points de détail, les commissaires de l'Académie ont reconnu l'exactitude des principaux faits sur lesquels il s'appuie. M. Schultz leur a fait étudier les mouvements du suc vital d'abord dans une portion de la stipule du *ficus elastica*, dépouillée de son épiderme, puis à travers l'épiderme d'une feuille entière de chélidoine encore attachée à sa tige. Ils ont vu très-distinctement au microscope l'appareil vasculaire destiné à la circulation. La plupart des vaisseaux vitaux entouraient les conduits spiraux, et formaient avec eux des faisceaux allongés, distincts, parallèles, communiquant entre eux par l'intermédiaire d'un réseau irrégulier et lâche de vaisseaux vitaux qui s'étendaient d'un faisceau à l'autre ; et le suc, avec ses corpuscules opaques, parcourait en petits

torrents capillaires les routes diverses tracées par les vaisseaux. Les courants étaient d'autant plus rapides que le tissu végétal était en meilleur état; après plusieurs minutes tout mouvement cessait. Enfin les commissaires de l'Académie ont cru pouvoir déclarer qu'ils regardaient comme incontestable la découverte d'une circulation du suc vital dans les plantes cotylédonées.

Nous devons ajouter cependant que M. Dutrochet, dans un écrit récent dont nous n'aurons à rendre compte que l'année prochaine, a contesté l'exactitude de ces observations, et en a attribué une partie à des illusions optiques.

Il se forme dans l'intérieur de certaines plantes des cristallisations sur lesquelles on ne possédait encore qu'un petit nombre de faits. On n'avait vu ces cristaux que séparés les uns des autres, très-menus et d'une apparence filiforme.

M. Turpin en a observé dans un cierge du Pérou, mort dernièrement au jardin des Plantes, après y avoir vécu 130 ans. Il a trouvé des cristaux dans l'intérieur des vésicules, où ils sont solidement rassemblés en paquets : ce ne sont plus de longues et fines aiguilles, mais de véritables cristaux épais et assez courts, offrant à l'aide du microscope des faces et des angles nettement déterminés.

A l'œil nu, le tissu cellulaire de la moelle et de l'écorce de ce cierge paraissait comme farci d'un sablon fin, blanc et brillant, qui, examiné au microscope composé, a fourni les faits suivants :

Les cristaux qui le constituent sont blancs, ou plutôt transparents, prismatiques, tétragones, rectangulaires, terminés au sommet par une pyramide tétraèdre.

Rarement isolés, on les trouve ordinairement réunis en groupes arrondis et rayonnants, dont le diamètre égale environ un sixième de millimètre.

MM. Lebaillif et Delafosse, qui ont fait l'analyse chimique de ces cristaux, les ont reconnus pour de l'oxalate de chaux.

L'Académie a reçu de M. *Adrien* DE JUSSIEU un mémoire très-étendu sur le groupe naturel de plantes connu sous le titre de *Méliacées*.

L'auteur a suivi avec beaucoup de sagacité et de succès, pour les divisions de sa monographie, la méthode généralement adoptée aujourd'hui, et qui consiste à considérer les familles naturelles sous tous les rapports dont la science exige l'appréciation, c'est-à-dire, sans séparer, comme on le faisait autrefois, la botanique proprement dite ou descriptive, de la physiologie et de la statique végétales.

Des recherches auxquelles il s'est livré sur la distribution géographique de ces plantes, il résulte : 1° que les Méliacées deviennent de plus en plus fréquentes à mesure qu'on se rapproche des tropiques, et qu'elles occupent, outre la zone équatoriale, celle que M. Mirbel a nommée zone de transition tempérée.

2° Qu'il existe un accord frappant entre les affinités des genres et leur habitation.

Il n'est pas de notre sujet de suivre l'auteur dans la description très-détaillée qu'il donne de tous les caractères propres à la famille des Méliacées. C'est sur la présence ou l'absence du périsperme autour de l'embryon, qui paraît se lier ici à quelques autres différences, que M. de Jussieu se croit autorisé à fonder sa division des Méliacées en deux tribus

nommées *Miliées* et *Trichiliées;* le périsperme existant dans la première et non dans la seconde. Il se livre à un examen attentif et à une critique sévère des genres qui doivent composer chacune de ces tribus.

Il s'occupe ensuite de la famille des *Cédrélacées*, qu'il regarde comme distincte, quoique formant avec la précédente un même groupe naturel. Les Cédrélacées sont dignes d'intérêt en ce qu'elles offrent de grands arbres dont le bois odorant, d'un tissu serré, d'une belle coloration, et peu altérable, est éminemment propre aux ouvrages d'ébénisterie.

Nous marquerons en peu de mots les principales différences que l'auteur signale entre les deux familles.

L'inflorescence des Méliacées est plus souvent axillaire que terminale. C'est tout le contraire dans les Cédrélacées. Les pétales des Cédrélacées, au lieu d'être larges à leur base, s'y rétrécissent souvent en un court onglet, et leur préfloraison est souvent tordue.

Les étamines de beaucoup de Cédrélacées sont parfaitement distinctes entre elles; dans les Méliacées, les filets des étamines sont soudés en un tube; mais c'est dans la nature du fruit, dans sa déhiscence, dans la disposition relative de ses valves, de ses cloisons et de ses graines, dans le nombre, la forme et la structure de celles-ci, que l'auteur trouve les caractères de premier ordre distinguant les Cédrélacées des Méliacées.

M. de Jussieu divise la famille des Cédrélacées en deux tribus : la première, celle des Swiéténiées, est placée à la suite des Méliacées, auxquelles elle se lie intimement par son tube anthérifère; la deuxième, celle des Cédrélées, s'en éloigne davantage par ses étamines libres.

Considérant ensuite les deux familles comme formant par leur réunion un seul groupe naturel, l'auteur recherche soigneusement leurs affinités avec quelques autres groupes, et il conclut de cet examen que le groupe dont il s'agit n'a que fort peu d'analogie avec les Vinifères; qu'il a, au contraire, une affinité réelle avec les Aurantiées; qu'il en a beaucoup moins avec les Rutacées; qu'enfin il offre des rapports évidents, soit avec les Sapindacées, soit avec les Térébinthacées.

Cette partie du mémoire se termine par un article concernant les propriétés et les usages des plantes qui en sont l'objet. On sait que M. Decandolle a le premier insisté sur l'accord qui existe le plus souvent entre les propriétés médicales des plantes et leurs affinités organiques. M. Adrien de Jussieu trouve dans l'application de ce principe, comme il l'avait trouvée dans les considérations géographiques, une confirmation de sa division du groupe en deux familles distinctes.

A cet égard, il fait observer que les Cédrélacées sont remarquables par l'amertume et l'astringence de plusieurs de leurs parties, propriétés auxquelles se joint assez souvent un principe aromatique; et qu'il en résulte des qualités fébrifuges généralement connues et employées dans la patrie de ces plantes.

Dans les vraies Méliacées se retrouvent aussi, quoique moins fréquemment et à un moindre degré, des principes amers, astringents et toniques; mais les principes excitants s'y montrent très-développés, et souvent assez énergiques pour qu'il y ait du danger à s'en servir.

Les deux dernières parties du mémoire, consacrées à des descriptions techniques et détaillées des genres et des espèces, ne sont point susceptibles d'analyse.

M. Cambessèdes a décrit avec exactitude, et expliqué d'une manière ingénieuse, les diverses altérations et métamorphoses qui s'observent dans les fleurs de plusieurs Capparidées, dont les unes sont régulières, tandis que, dans d'autres, les étamines et le pistil sont déjetés d'un seul côté, et qu'entre ces organes on trouve deux appendices glanduleux. A l'aide d'une analyse attentive des différents genres, et notamment d'une espèce nouvelle du Sénégal, il a reconnu que ces appendices glanduleux ne sont que des faisceaux d'étamines avortés. D'après ces nouvelles observations, il expose, ainsi qu'il suit, les caractères de la fleur des Capparidées :

Calice à 4 feuilles ou à 4 divisions; disque calicinal; 4 pétales alternant avec les folioles du calice, insérés sur le réceptacle, sur le disque ou même au calice; un ou plusieurs rangs d'étamines hypogynes, dont une partie avorte quelquefois; un pistil central ou déjeté de côté.

M. Cambessèdes fait remarquer, dans le cours de son mémoire, que le *mærua angolensis* présente le fait encore assez rare de pétales périgynes et d'étamines hypogynes dans une même fleur.

M. Achille Richard a soumis à un nouvel examen les familles de plantes à trophospermes pariétaux, c'est-à-dire, celles où les follicules qui composent la boîte pistilienne étant soudés bord à bord pour former une cavité unique, le petit corps particulier formé de vaisseaux nourriciers, où s'attachent les ovules, est appliqué sur la paroi interne de l'ovaire, et ne constitue pas un axe central.

L'auteur examine d'abord les trois familles des *oroban-*

chées, des *gesnériées* et des *cyrtandracées*, et il démontre qu'elles doivent se réunir en une seule et même famille.

Des observations très-délicates et une saine critique le conduisent à la même conclusion, relativement aux deux familles des flacourtianées et des bixinées.

Il classe dans les familles à trophospermes pariétaux celle des *marcgraviacées*, en démontrant que la plupart des botanistes avaient à tort attribué plusieurs loges à l'ovaire et au fruit. Une étude attentive lui a fait voir également que les marcgraviacées sont réellement polypétales.

L'auteur combat la division que M. Decandolle avait formée de la famille des *podophyllées* en deux tribus, les *hydropeltidées* et les *podophyllées* vraies : il s'applique à prouver que les premières sont monocotylédones, et les secondes dicotylédones, et il annonce, ce qu'avait d'ailleurs pressenti M. Jussieu le père, que le genre *podophyllum* doit se placer dans les papavéracées.

Enfin, M. Richard démontre par ses observations que la famille des *cistinées* ne doit pas être rangée, comme on l'a fait, parmi celles à trophospermes pariétaux, et que l'ovaire de ces plantes est formé, dans sa jeunesse, de trois loges bien distinctes.

Les dissertations de M. Richard, sur chacune de ces familles, sont accompagnées d'une critique exacte des genres dont elles se composent; il rectifie les classifications vicieuses qu'on en a faites, et complète la description de certaines espèces encore mal connues. Nous regrettons de ne pouvoir le suivre dans tous les détails qui servent de base à ses décisions. Qu'il nous suffise de dire que partout il substitue des faits vrais à des aperçus incomplets ou erronés.

M. Fée a présenté à l'Académie une monographie du genre de plantes agames fondé par Acharius, sous le nom de *trypethelium*, mais où ce savant suédois n'avait réuni que huit espèces, tandis que le travail de M. Fée en fait connaître vingt-deux, toutes étrangères à l'Europe.

Comme tous les lichens, les trypethelium se composent de deux parties, savoir : le *thalle*, qui représente la tige des végétaux d'ordre supérieur, et les *apothèces*, qui en représentent l'appareil de reproduction.

Le thalle des trypethelium est une croûte de forme indéterminée, membranacée, cartilagineuse, étalée sur l'écorce des arbres, à laquelle elle adhère; lisse, jaunâtre, souvent épaisse; formée de deux couches dont l'une, dite corticale, est colorée, et l'autre, dite médullaire, est très-blanche.

L'*apothèce* des trypethelium est composé et multiple : considéré dans son ensemble, il se présente extérieurement sous la forme d'une verrue arrondie, large, aplatie, souvent irrégulière.

Une analyse exacte fait distinguer, dans ce petit corps, un *périthèce* général ou commun, un *sarcothèce*, plusieurs *thalames* offrant chacun un périthèce propre, un *ostiole*, un *nucleum* qui contient des *thèques*, lesquelles contiennent elles-mêmes des *gongyles* ou corpuscules reproducteurs.

Le *périthèce général* est la partie la plus extérieure de l'apothèce; il diffère peu du thalle par sa substance. Sa surface est colorée et criblée de petits trous formés par les ostioles des périthèces propres qui traversent cette enveloppe.

Le *sarcothèce* est une substance charnue, blanchâtre, située immédiatement au-dessous du périthèce général, et dans laquelle sont plongés les *thalames*.

Ceux-ci, dont le nombre varie de quatre à cinq et plus, pénètrent plus ou moins dans l'écorce même qui sert de support au thalle. Suivant leur profondeur, ils sont arrondis, ou ovoïdes, ou pyriformes.

Chacun de ces thalames a une enveloppe ou *périthèce propre*, dont la partie supérieure s'amincit en une petite bouche ou *ostiole*, qui traverse le sarcothèce et s'élève au-dessus du périthèce général, en offrant au dehors l'aspect d'un petit mamelon noirâtre percé d'un pore au centre.

Chaque périthèce propre est rempli d'une substance blanche, molle, celluleuse, qui constitue le *nucleum*.

Les *thèques*, nichées entre les mailles du nucleum, sont des étuis à peu près cylindriques, offrant des cellules dans lesquelles sont enfermés les *gongyles* ou corpuscules reproducteurs, disposés en anneau.

Après avoir exposé avec soin la structure propre au genre trypethelium, M. Fée entre dans le détail de sa classification et des descriptions des espèces.

Ainsi que l'ont fait remarquer les commissaires de l'Académie, le travail de M. Fée est au nombre de ceux qui n'offrent rien de brillant, mais qui n'en sont pas moins utiles aux progrès des sciences, parce que ce sont des recueils de faits, d'observations exactes, méthodiquement classées, sans aucun mélange d'opinions systématiques.

De pareils travaux, aussi modestes que pénibles, n'attirent guère l'attention du public; c'est une raison de plus pour que les sociétés savantes se fassent un devoir de les encourager constamment.

Les botanistes connaissent, sous le nom de *charbon*, une maladie commune à plusieurs graminées, et qui détruit les organes de la reproduction avec leurs enveloppes, de manière qu'il ne reste à leur place qu'une poussière noirâtre granuleuse, assez semblable à du charbon pulvérisé. M. Adolphe Brongniart a tenté d'éclaircir ce que l'histoire de cette maladie présentait encore d'obscur, et, de ses observations faites sur des épis d'orge parvenus à des degrés différents de développement, il conclut que les organes de la fructification, au lieu d'être transformés en matière charbonneuse, sont, dans un état rudimentaire, attachés au sommet d'une masse charnue occupée par le charbon, et que ce charbon ne se développe primitivement ni dans l'ovaire ni dans les parties environnantes, comme on l'avait cru jusqu'alors, mais dans le pédoncule de la fleur, dont il cause l'accroissement en une masse qui, d'abord charnue, devient plus tard pulvérulente.

Il restait à savoir si le charbon devait être considéré comme une altération du tissu, ou s'il provenait d'une cause étrangère. L'axe qui supporte les organes de la fleur des gramens est composé d'un tissu à cellules de différentes formes et grandeurs, de fibres vasculaires, de trachées et de fausses trachées. L'auteur n'a rien remarqué de semblable dans le renflement charnu occupé par le charbon, à quelque époque qu'il l'ait observé. Il n'y a vu qu'une masse de tissu cellulaire présentant des cavités à peu près quadrilatères, remplies de granules sphériques très-fins, verdâtres; un peu adhérents les uns aux autres dans les épis peu développés; libres et agglomérés dans des épis plus avancés; enfin, à une époque plus avancée encore, les cloisons celluleuses avaient disparu, et

toute la masse était changée en globules noirs, entièrement semblables à des cryptogames de l'ordre des champignons, ainsi que l'admettaient tous les botanistes, depuis les travaux de Bulliard sur ce sujet.

Il résulte ainsi des observations de M. Adolphe Brongniart, que les altérations produites dans les organes de la fructification par le charbon diffèrent de celles de la carie du froment, qui, dès son principe, attaque particulièrement le grain.

M. de Humboldt avait remis à l'Académie une boîte renfermant des feuilles et des fleurs de deux espèces de jalaps, qui lui ont été envoyées d'Orizaba par M. Ledanois, pharmacien établi dans cette ville depuis plusieurs années. L'une de ces plantes, connue dans le pays sous le nom de jalap mâle, est, selon M. Ledanois, un très-bon purgatif, qui n'a pas l'âcreté du jalap ordinaire.

Ces deux jalaps appartiennent au genre *Liseron*. Mais les échantillons qui ont été remis sont trop incomplets pour qu'on puisse savoir si ces deux plantes sont connues, ou si elles n'ont pas déjà été décrites. Toutefois on peut assurer qu'elles diffèrent du jalap commun.

M. Léon de Laborde, qui, fidèle à des traditions de famille, s'intéresse à toutes les branches des connaissances humaines, a recueilli sur le mont Sinaï ou dans le désert qui l'environne, environ quatre-vingts plantes qu'il a rapportées en France avec les autres richesses scientifiques, historiques, archéologiques et littéraires, fruits de son intéressant voyage.

Il a confié ces plantes à l'examen de M. Delille, correspon-

dant de l'Académie. La plupart étaient déjà connues; mais plusieurs étaient fort rares dans les herbiers; d'autres laissaient à désirer des renseignements sur leur origine, leur habitation, leurs usages; quelques espèces enfin étaient tout à fait nouvelles. M. Delille les a nommées, classées et décrites avec le soin que l'on devait attendre d'un botaniste aussi exact et aussi instruit.

M. DE THEIS, auteur d'un glossaire de botanique publié en 1810, a soumis au jugement de l'Académie une seconde édition de cet ouvrage, qu'il se propose de faire imprimer prochainement. L'auteur, plus érudit encore que botaniste, paraît avoir mis beaucoup de soins à ne donner que des étymologies exactes, non hasardées et puisées aux meilleures sources. Son livre peut être utile aux botanistes, et surtout aux élèves, presque toujours effarouchés par une nomenclature accablante pour la mémoire et stérile pour la pensée, tant qu'une idée ne se rattache pas à chaque mot.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE.

M. le docteur BENNATI a lu à l'Académie un mémoire sur le mécanisme de la voix humaine pendant le chant, et les résultats de ce travail, sans être entièrement neufs pour la science, ont été appuyés par lui de preuves et d'observations nouvelles, et ont acquis sous sa plume un développement qui fixera davantage l'attention des physiologistes. L'objet principal de l'auteur est de faire connaître la part que prend dans les modulations de la voix un organe dont les fonctions

sous ce rapport ont été très-incomplétement étudiées : c'est le voile du palais, ou plutôt le détroit du gosier, formé dans le haut par le voile du palais, sur les côtés par ses piliers, et en dessous par la base de la langue.

M. Bennati, qui joint aux connaissances relatives à sa profession, un grand exercice dans l'art du chant, ayant donné une attention particulière aux mouvements du détroit du gosier, s'est assuré que la langue elle-même, en se relevant ou en s'abaissant, et même en se courbant en canal, exerce une influence puissante sur les modulations, et que, pour que le larynx puisse donner une intonation quelconque, il est nécessaire que l'os hyoïde soit maintenu fixement dans une position déterminée. Il a reconnu, en outre, que les notes appelées improprement *de la tête* et *de fausset* sont dues au travail presque exclusif, à la plus forte contraction de cette partie supérieure du tuyau vocal. Il les appelle en conséquence *notes surlaryngiennes*, et il nomme leur réunion *second registre*, pour les distinguer des notes dites de poitrine qu'il aime mieux appeler *laryngiennes*, et dont il nomme l'ensemble *premier registre*. Il ne veut pas dire cependant par là que le larynx ne soit pour rien dans les unes, ni le gosier dans les autres ; mais il veut seulement montrer la part plus essentielle que prend le gosier à celles du second registre. Quant au troisième registre, dont parlent quelques méthodes de chant, il le regarde comme imaginaire, et dû seulement à la vibration plus ou moins forte des dernières notes du premier et des premières du second.

Dans les soprani sfogati, qui, au moyen du second registre, dépassent l'échelle ordinaire du soprano, on voit la langue se relever par ses bords et former une cavité semi-conique. Dans

les soprani parfaits, dont la voix est modulée presque exclusivement par le premier registre, la langue présente au contraire une surface arrondie par l'abaissement de ses bords, et ce qui n'est pas moins remarquable, leur langue est d'un tiers plus volumineuse que dans les sujets ordinaires.

Venant ensuite aux autres parties du détroit du gosier, M. Bennati fait remarquer que dans les sons graves, en même temps que le larynx s'abaisse, le voile du palais se hausse et se porte en arrière, que la luette se raccourcit et prend plus de consistance.

Le contraire arrive dans les sons aigus. Pendant que le larynx s'élève, le voile s'abaisse, se porte en avant; la luette se replie sur elle-même, et, dans les notes les plus aiguës du second registre, elle disparaît tout à fait; le détroit prend la forme d'un triangle légèrement émoussé à son sommet; aussi les ténors contraltini et les soprani sfogati ont-ils les parties de ce détroit infiniment plus développées et plus mobiles que les basses-tailles, et il y a des différences proportionnées entre les chanteurs des autres parties.

Ceux qui sont obligés d'employer souvent les notes du second registre éprouvent le sentiment de la fatigue précisément au voile du palais, tandis que ceux dont le chant dépend surtout des notes du premier registre ressentent la fatigue aux régions diaphragmatique et thoracique.

M. Bennati tire de ses observations des règles d'hygiène et de thérapeutique qui méritent de fixer l'attention des praticiens. Il cite le fait remarquable d'un amateur très-habile chanteur, qui, s'étant fait extirper une partie des amygdales, acquit deux notes du premier registre, et en perdit quatre du second.

Il conclut son mémoire par cette proposition, que ce ne sont pas les seuls muscles du larynx qui servent à moduler les sons, mais encore ceux de l'os hyoïde, ceux de la langue et ceux du voile du palais, sans lesquels on ne pourrait atteindre à tous les degrés de modulation nécessaires pour le chant: d'où il résulte que l'organe de la voix est un instrument *sui generis*, un instrument inimitable par l'art, parce que la matière de son mécanisme n'est pas à notre disposition, et que nous ne concevons pas même comment il s'approprie à l'espèce de sonorité qu'il produit.

M. le docteur Gerdy a rappelé à cette occasion à l'Académie que lui-même avait présenté plusieurs vues en partie semblables, dans le Dictionnaire de médecine et dans le Bulletin de M. de Férussac.

On a cru, pendant longtemps, que c'était l'eau en nature qui était respirée par les poissons. On a reconnu ensuite que la respiration de ces animaux ne s'exécute qu'au moyen de l'air, ou, plus exactement, de l'oxygène de l'air contenu dans l'eau, et l'on a dû se demander dès lors : Quel est donc le rôle que joue l'eau dans cette respiration?

C'est la question que M. Flourens s'est proposé de résoudre.

L'eau ne peut avoir, dans la respiration des poissons, que trois genres d'action : ou une *action chimique*, ou une *action physique*, ou une *action mécanique*. Or, n'étant pas *respirée*, c'est-à-dire *décomposée*, elle n'a pas d'*action chimique;* d'un autre côté, on a beaucoup trop exagéré son *action physique;* et, quant à son *action mécanique*, laquelle est pourtant la

principale, comme le montre M. Flourens, on ne s'en était pas occupé encore.

Le but final de tout le mécanisme respiratoire est de présenter le sang à l'air; d'où il suit que, tout étant égal d'ailleurs, la respiration sera d'autant plus complète que l'organe respiratoire présentera plus complétement le sang à l'air. Or, pour obtenir ce résultat, il faut qu'il acquière le plus grand développement possible.

Dans les animaux à poumons vésiculeux et internes, mammifères, oiseaux, reptiles, deux ressorts distincts déterminent le développement de l'organe respiratoire, savoir : le mouvement actif du thorax, et l'élasticité de l'air qui pénètre dans les poumons à mesure que le thorax se dilate.

Dans certains reptiles, dans les batraciens, par exemple, le mécanisme a un peu changé, en ce que c'est la gorge qui se dilate, et que l'air est ensuite avalé, mais le résultat est toujours le même.

Dans les poissons comme dans les vertébrés aériens l'organe se compose de deux appareils distincts, l'un, extérieur, qui comprend les deux mâchoires, l'arcade palatine, l'hyoïde, les opercules, la membrane et les rayons branchiostèges; l'autre, intérieur, qui se compose, du moins dans les poissons osseux ordinaires, les seuls dont il s'agisse ici, de quatre paires de branchies, portées sur quatre paires d'arcs.

Chaque branchie se compose de deux feuillets; chaque feuillet d'un rang de lames ou franges; et ce sont ces lames, ces franges, ces feuillets, ces *branchies*, en un mot, qui sont l'organe respiratoire même, ou les *poumons* des poissons.

Duverney a, le premier, fait connaître avec détail toute cette structure si compliquée; et M. Cuvier, dans son grand

ouvrage sur l'*histoire naturelle des poissons*, vient d'en porter l'étude anatomique à un grand point de précision.

C'est de toutes ces parties, si nombreuses et si variées, qu'il s'agissait d'abord d'assigner le véritable rôle. Le second point était de démêler le rôle précis que joue l'eau au milieu de toute cette complication de parties.

A cet effet, M. Flourens a successivement examiné le jeu de l'appareil respiratoire des poissons, dans l'air et dans l'eau.

Quand le poisson respire dans l'eau, on voit tout son appareil respiratoire extérieur se mouvoir dans un certain ordre, se dilatant pour l'inspiration, se resserrant pour l'expiration; mais on voit de plus les branchies et toutes leurs parties se mouvoir de même, ou se dilater et se resserrer alternativement.

Or, de ces deux appareils, il n'y a plus, dans l'air, d'après les expériences de M. Flourens, que l'appareil extérieur qui joue; l'intérieur, c'est-à-dire, l'organe respiratoire même, l'organe qui seul, par son développement, présente le sang à l'air, reste immobile; les *branchies* ne forment plus qu'un faisceau solide; l'air ne les pénètre plus, ou ne les pénètre du moins qu'imparfaitement; et voilà pourquoi le poisson meurt dans l'air par asphyxie.

Dans l'eau, les branchies 1° s'écartent et se rapprochent tour à tour les unes des autres; 2° elles s'écartent l'une de l'autre en se portant en avant, et elles se rapprochent en se portant en arrière; 3° dans leur rapprochement, elles ne vont jamais jusqu'à se toucher, mais elles gardent toujours un certain intervalle entre elles; 4° au contraire, les deux feuillets de chaque branchie, après s'être brusquement détachés et écartés, se réappliquent promptement et complétement l'un sur l'autre;

5° les branchies sont continuellement agitées d'un double mouvement d'extension et de raccourcissement alternatif d'une part, et de rotation d'arrière en avant et d'avant en arrière de l'autre; et 6° les lames ou franges de chaque feuillet, après s'être écartées, se rapprochent et vont quelquefois jusqu'à se toucher.

Ayant ainsi déterminé les divers genres de mouvements propres à chacune de ces parties, M. Flourens a voulu déterminer l'ordre que ces mouvements observent entre eux; et il a constaté, 1° que la rotation des arcs et des branchies en avant, la séparation des deux feuillets de chaque branchie, l'éloignement des lames ou franges de chaque feuillet, c'est-à-dire, tous les mouvements d'écartement ou de développement, s'opèrent simultanément; 2° que, par opposition, la rotation des arcs et des branchies en arrière, la rejonction des feuillets, le réappliquement des lames, c'est-à-dire, tous les mouvements de resserrement ou de rétrécissement, s'opèrent aussi simultanément; et 3° que chacun de ces deux mouvements principaux correspond toujours au mouvement pareil des parties extérieures de la respiration.

Il ne restait plus qu'à expliquer comment le mouvement et le développement des branchies s'opèrent dans l'eau, et comment ils ne peuvent pas s'opérer dans l'air.

Or, comme le fait voir M. Flourens, 1° dans l'eau, les branchies, les feuillets et leurs lames, sont maintenus isolés par l'eau elle-même qui se place entre toutes ces parties; premier écartement opéré sans aucun effort de la part de l'animal; tandis que, dans l'air, toutes ces parties, se superposant, ont une force d'adhérence que toute la force musculaire de l'animal ne saurait vaincre; 2° quant au mouvement oscil-

latoire des feuillets et des lames, il suffit, dans l'eau, pour le produire, du plus léger effort, parce que ces lames et ces feuillets y sont dans un état presque d'équilibre; tandis que, dans l'air, il faudrait, pour les mouvoir, surmonter l'action totale de leur pesanteur.

Il suit de là que, pour ce qui n'est que le développement des branchies, tout autre liquide pourrait y servir aussi bien que l'eau; aussi M. Flourens a-t-il vu le développement de ces branchies s'opérer dans du vin, dans de l'huile, etc. Il s'ensuit encore que, dans l'eau elle-même, l'asphyxie du poisson aurait lieu tout comme dans l'air, si l'on y réduisait à un nombre pareil le nombre des surfaces branchiales exposées à l'air que cette eau contient. Aussi M. Flourens a-t-il vu les poissons auxquels il ne laissait que quatre surfaces branchiales libres (nombre de ces surfaces que l'air atteint seules, quand le poisson, étant dans l'air, ne peut dilater ou développer ses branchies), succomber par asphyxie dans l'eau à peu près aussitôt que les poissons mis dans l'air.

On voit donc que la contradiction entre ces deux faits, l'un, que le poisson ne respire dans l'eau que l'air, et l'autre, qu'il meurt asphyxié dans l'air, n'est qu'apparente, puisque c'est précisément quand il est dans l'air que l'air ne pénètre pas dans ses organes respiratoires, et que l'air n'y pénètre que quand il est dans l'eau.

On voit aussi combien est peu fondée l'opinion de Duverney qui, pour expliquer ce singulier contraste, suppose que le poisson meurt asphyxié dans l'air, parce que ses branchies *laissent un passage trop libre, trop large à l'air;* c'est précisément, au contraire, parce que l'air n'y peut plus passer ou les pénétrer.

Il a été présenté à l'Académie, dans le cours de cette année, plusieurs monstruosités plus ou moins remarquables. M. Geoffroy St-Hilaire, qui a été chargé d'en faire l'examen, a décrit avec beaucoup de détail les faits qu'elles lui ont présentés, et il les a rattachés, avec des développements nouveaux, aux idées qu'il a déjà publiées sur ce sujet dans plusieurs de ses ouvrages. Chacun de ces exemples lui a en même temps fourni l'occasion de citer des faits analogues aujourd'hui oubliés, qu'il a retrouvés épars dans différents auteurs anciens.

La première observation est relative à une fille bicéphale, née dans les Pyrénées, et presque entièrement semblable à celle qui avait attiré l'attention publique quelque temps auparavant, sous le nom de *Ritta-Christina*. M. Geoffroy a reconnu que les détails anatomiques se trouvaient à peu de chose près les mêmes dans les deux sujets; seulement il fait remarquer dans le dernier un appendice qui se trouve vers un point médian de la croupe, et qui, suivant lui, n'est qu'une saillie tubulaire des téguments où les vaisseaux et nerfs cruraux sont venus aboutir et finir; il ajoute : « Que si l'atrophie « qui a arrêté ce commencement de l'évolution des jambes, « n'eût point exercé son influence, la seconde paire d'extré- « mités postérieures aurait été produite sans aucun doute. »

Un autre enfant double a été observé à Salies, département des Basses-Pyrénées. Ce sont deux enfants jumeaux joints ensemble par les régions pubiennes et ischiatiques. M. Geoffroy range ce monstre dans le genre que M. Dubreuil a nommé Ischiadelphe; et pour expliquer cette forme d'organisation, il expose une théorie dans laquelle, comme il le dit lui-même, il ne reste plus sous la dépendance des grandes

et inextricables complications des parties de l'animalité, comme on les a admises jusqu'à présent, mais où il invoque les seules lois de la physique générale, qui lui paraissent suffire pour rendre raison de cet arrangement des choses.

La troisième de ces monstruosités est celle d'un enfant né vivant avec quatre membres inférieurs, que M. Geoffroy a observé et décrit, et pour lequel il propose la dénomination générique d'Iléadelphe. S'occupant d'abord de l'avenir de cet enfant, et le considérant comme devant appartenir à la classe ouvrière de la société, il fait voir que non-seulement sa vie n'est pas compromise, mais qu'il est peu d'états qu'il ne puisse un jour embrasser. Entrant ensuite dans le détail et dans l'explication des faits anatomiques : « La monstruo-« sité, dit-il, consiste dans l'existence d'un train de derrière « en plus; un noyau osseux, lequel n'a pu, faute d'un empla-« cement suffisant, fournir au développement entier d'un « second bassin, se trouve intercalé postérieurement entre « la partie gauche du bassin normal et le coccyx; ce noyau « osseux, réunissant avec des conditions d'atrophie les élé-« ments de deux os iléons et ischions, il pouvait suffire, et « il a suffi en effet de ces parties intercalées pour qu'un se-« cond train de derrière survînt, et figurant comme un hors-« d'œuvre accroché à un être d'ailleurs parfaitement régulier, « réussît, sans y apporter d'obstacles, à se marier aux ar-« rangements préfixes d'un système organique. » L'auteur termine en insistant sur l'importance de trois cicatrices bien visibles qu'il a observées sur le train surnuméraire, et qu'il regarde comme les vestiges d'une bride membraneuse qui, durant la première moitié de la grossesse, a fixé les membres associés aux membranes placentaires.

Le quatrième fait est celui d'un veau né avec deux têtes et un double train de devant.

Un mémoire de MM. Meyranx et Laurencet, dans lequel ces deux naturalistes croyaient pouvoir établir une analogie d'organisation entre les céphalopodes et les animaux vertébrés, par la seule supposition que le céphalopode serait un vertébré ployé en deux par le dos, et de manière que le bassin et les jambes reviendraient près de la tête, ayant donné lieu à un rapport où cette explication était présentée comme détruisant l'hiatus, la limite tranchée, reconnue jusqu'à présent entre les animaux vertébrés et les mollusques, M. Cuvier jugea nécessaire d'examiner cette question, ce qui occasionna entre lui et M. Geoffroy-Saint-Hilaire un échange de quelques mémoires où des questions beaucoup plus générales furent traitées, et particulièrement celle de savoir si la ressemblance de plan et de composition que tout le monde avoue avoir lieu entre les animaux vertébrés, s'étend aux autres embranchements du règne animal, et si, parmi les vertébrés eux-mêmes, cette ressemblance va au point de pouvoir être appelée une *identité de composition*, ou, comme s'exprimait d'abord M. Geoffroy en termes absolus, si *les mêmes parties se répètent indéfiniment dans les animaux.*

Ces sortes de discussions se résolvent d'ordinaire en distinctions subtiles; de part et d'autre, quand on se sent pressé, on se retranche dans de nouvelles définitions; on cherche à donner à ses expressions une interprétation différente de celle que leur attribuait celui auquel on répond, et ce qu'il en reste d'utile se borne presque toujours aux faits que cha-

que auteur recherche dans le besoin de sa défense, et dont il est rare qu'il n'y en ait pas quelques-uns de nouveaux pour la science. C'est aussi ce qui est arrivé dans cette occurrence. M. Geoffroy, pour soutenir ses idées d'une composition identique, a examiné beaucoup de parties des squelettes qui n'avaient point encore été suffisamment comparées. Il y a fait voir dans certains animaux des ressemblances qui n'y avaient point encore été aperçues. M. Cuvier, pour combattre ces idées, a repris cette comparaison ; il a montré les énormes différences de nombre et de connexion que ces mêmes parties offrent dans d'autres animaux. Il a fait voir que ces parties disparaissent même absolument dans des familles entières; il en a conclu qu'il ne s'y trouve ni unité constante de plan, ni unité constante de composition. M. Geoffroy a déclaré alors que, par *unité*, il entendait seulement *analogie*, et que le vrai nom de sa théorie est *théorie des analogues*, et il a insisté sur les *analogies* plus suivies et plus particulières que cette théorie lui a fait découvrir relativement à l'os hyoïde, au sternum, à l'appareil branchial et à l'appareil operculaire des poissons, analogies que nous avons déjà fait connaître pour la plupart dans nos analyses. Ici encore il y a eu de nouvelles discussions, mais elles ont fini par devenir trop spéciales, trop détaillées, pour que les auteurs pussent continuer à réclamer pour elles le temps et l'attention de l'Académie. M. Geoffroy-Saint-Hilaire a publié ses mémoires sous le titre de *Principes de philosophie zoologique*, et il y a intercalé des extraits de ceux de M. Cuvier, tels que les avaient donnés les feuilles périodiques qui veulent bien rendre compte de nos séances. M. Cuvier se propose de publier aussi les

siens, et d'y en joindre plusieurs qui n'ont point été lus à l'Académie, et qui embrasseront l'ensemble de l'organisation; l'ouvrage aura pour titre : *De la variété de composition des animaux*. C'est une polémique amicale entre des naturalistes qui ont l'un pour l'autre une juste estime, et dont le public tirera toujours, comme nous venons de le dire, quelque utilité, à cause des faits nouveaux que chacune des parties contendantes y fait connaître pour l'avantage de sa cause.

ZOOLOGIE.

M. Frédéric Cuvier a présenté un essai de classification naturelle des chauves-souris de la forme la plus ordinaire, que les naturalistes désignent sous le nom de *vespertilions*, et a donné la description de quelques espèces nouvelles de ce genre.

Le nombre de celles que l'on y réunissait était devenu si considérable, et leurs caractères distinctifs demeuraient si indéterminés ou si peu sensibles, qu'on avait peine à éviter de les multiplier ou de les confondre les uns avec les autres.

Pour remédier à cet inconvénient, l'auteur a cherché à les classer d'après les caractères d'un ordre supérieur à ceux qui distinguent communément les espèces. Les organes de la mastication et du mouvement ne présentant aucune différence, et ne pouvant conséquemment servir à son but, il a eu recours aux organes des sens; et comme il résulte des expériences de Spallanzani et de Jurine que le sens du toucher et celui de la vue ne peuvent être pour les vespertilions que d'un très-faible secours, et que toutes les probabilités portent à penser qu'ils ne se conduisent pour éviter les obstacles, dans leurs mouve-

ments rapides et irréguliers, qu'à l'aide de leur ouïe, c'est sur la structure de la tête et sur celle de l'oreille externe qu'il a fondé leur classification.

La tête de ces animaux lui a donné trois types différents qui sont représentés par la noctule, par la sérotine et par la chauve-souris vulgaire ; et les vespertilions, rangés sous ces trois types, ont été subdivisés d'après la forme de l'oreille et celle de l'oreillon.

Les oreilles se présentent sous six formes différentes : échancrée, en capuchon, en entonnoir, obtuse, en cornet et évasée. Les oreillons affectent cinq formes; ils sont en couteau, en alêne, en pétale, en demi-cœur et en massue.

M. Frédéric Cuvier décrit ces différentes formes et en donne des figures, afin que leur définition ne laisse aucun doute; il présente ensuite une description détaillée de six espèces nouvelles de vespertilions du nouveau monde, et de quatre espèces des Indes.

Les naturalistes connaissent depuis longtemps, mais seulement par des figures et des descriptions faites dans le 16^{e} et au commencement du 17^{e} siècle, un grand oiseau hors d'état de voler, qui habitait l'île de France lors de sa découverte, mais dont l'espèce paraît y avoir été entièrement extirpée, seul exemple connu, depuis les temps historiques, d'une destruction aussi complète. On l'a nommé *dronte, dodo*, ou oiseau de dégoût ; c'est le genre *raphus* de Mœring, ou *didus* de Linnæus, lequel en a désigné l'espèce sous le nom de *didus ineptus ;* on n'en possède aujourd'hui qu'une tête et un pied déposés au musée Ashmoléen d'Oxford, et un autre pied avec

une figure peinte à l'huile d'après le vivant, qui sont au muséum britannique.

Cauche, qui l'avait aussi vu à l'île de France, en donna une description imparfaite où il ne lui attribuait que trois doigts; ce qui a donné lieu aux nomenclateurs d'en faire une seconde espèce qu'ils ont appelée *didus nazarenus*.

Leguat parle encore d'un oiseau dépourvu de la faculté de voler, qui se trouvait à l'île Rodrigue, et qui paraît aussi y avoir été anéanti; c'est le *didus solitarius* des naturalistes récents. Si l'on s'en rapportait à la figure et à la description que Leguat en donne, il serait fort différent du dronte; mais ce voyageur ignorant a tellement altéré d'autres animaux qu'il a voulu représenter, comme le lamantin ou le rhinocéros, que son témoignage est un peu suspect.

Divers naturalistes se sont occupés de déterminer la famille naturelle où il convient de placer ces oiseaux. Les uns en ont fait des gallinacés, d'autres des échassiers, et Daudin avait même imaginé de considérer le dronte comme un manchot mal décrit.

M. Cuvier ayant reçu de M. Desjardins, naturaliste fort instruit de l'île de France, de grands os d'oiseau trouvés à l'île Rodrigue et en partie incrustés de stalactite, a supposé qu'ils pouvaient provenir du dronte, et, dans tous les cas, d'après leurs formes, et surtout celles du crâne, du sternum, du très-petit humérus, du fémur et du tarse, il a jugé qu'ils appartenaient à un oiseau apparenté aux gallinacés; il les a présentés à l'Académie avec une note où il en parlait dans ce sens.

M. de Blainville a lu, à cette occasion, un mémoire étendu sur les gros oiseaux sans ailes des îles de France et Rodrigue,

rédigé quelque temps auparavant, et pour lequel il avait fait de grandes recherches et consulté la peinture et le pied du muséum britannique, et des dessins des pièces conservées à Oxford.

Dans ce mémoire, où il reproduit chronologiquement et avec beaucoup d'exactitude et d'érudition toutes les indications données par les voyageurs sur ces oiseaux, depuis Vasco de Gama, et tout ce qui en a été dit par les naturalistes qui ont pu en observer quelques parties en Europe, depuis Clusius, M. de Blainville en donne des descriptions aussi complètes que ces documents le permettaient, s'attachant plus particulièrement au dronte sur lequel il avait des matériaux plus authentiques.

Il montre que son analogie avec les manchots est chimérique; qu'il s'en faut aussi beaucoup que l'on puisse le rapprocher des autruches; et tout en reconnaissant qu'il a beaucoup de rapports avec les gallinacés, il signale les caractères qui l'éloignent des gallinacés connus, et dont le principal est son bec très-fendu, allongé, crochu au bout, et qui rappelle plutôt un oiseau de proie qu'un granivore. Il arrive enfin à cette conclusion que c'est aux vautours qu'il ressemble le plus par le bec, par la tête, par les ongles, et par plusieurs autres circonstances de son organisation.

M. Cuvier ayant fait sur ces entrefaites un voyage en Angleterre, y a comparé soigneusement les restes du dronte qui se conservent à Londres et à Oxford, avec les os incrustés envoyés par M. Desjardins. Le crâne lui a offert une identité à peu près parfaite; mais le tarse est plus allongé que celui du muséum britannique, lequel est aussi plus gros et plus court que celui d'Oxford. Il reste donc quelque incertitude

sur le tarse, mais M. Cuvier ne croit pas qu'il y en ait sur le crâne : il le juge vraiment de dronte; et comme ce crâne ainsi que le sternum trouvé avec lui sont incontestablement de gallinacés, et que le fémur et l'humérus ont aussi des formes de gallinacés, c'est dans cette famille qu'il croit devoir laisser cet oiseau. S'il se trouvait que le *solitaire* ait été réellement une espèce différente du dronte, et que les os en question lui eussent appartenu, cette classification vaudrait au moins pour cette espèce.

Au surplus, M. de Blainville ne désespère point encore que l'on ne puisse retrouver le dronte; et si cela arrivait, il serait aisé, en se procurant une connaissance plus complète de son intérieur, de fixer les idées sur ses véritables affinités.

Le brillant ouvrage que M. Lesson publie sur les oiseaux-mouches et colibris, continue avec succès; on y admire plusieurs espèces nouvelles non moins remarquables que celles que l'on connaissait précédemment, par le prodigieux éclat de plumes qui rivalisent avec les pierres précieuses. L'auteur a poussé la division consacrée aux colibris jusqu'à la huitième livraison.

La grande histoire naturelle des poissons de M. Cuvier et de M. Valenciennes en est au huitième volume. On a distribué pendant l'année dernière le sixième, qui traite des sparoïdes, et le septième, où il est question des chætodons et des poissons dont les branchies ont des appendices compliquées et propres à tenir de l'eau en réserve. Ces deux volumes contiennent trois cent trente-sept espèces nouvelles, dont plusieurs

sont remarquables pour leur grandeur et leur éclat, d'autres par la propriété singulière de pouvoir vivre longtemps hors de l'eau. Parmi les genres entre lesquels elles sont réparties, il y en a trente-trois propres aux auteurs. Le huitième volume traite des scomberoïdes, c'est-à-dire, des maquereaux, des thons, des germons, des autres espèces non moins importantes par leur bonté que par l'habitude de vivre en grandes troupes, et les grandes pêches auxquelles elles donnent lieu.

Linnæus a donné le nom de *cypræa* à un genre de coquilles que nous connaissons en France sous celui de porcelaines, et qui ont toujours été fort recherchées, non-seulement à cause de leur forme singulière, mais surtout pour la beauté de leur robe, la variété presque infinie des couleurs dont elle est ornée, et l'espèce de vernis éclatant dont elle semble couverte. Leur classification était surtout difficile à cause des trois ou quatre états distincts par où passe la coquille suivant l'âge de l'animal, et dans lesquels elle est très-différente de forme, de structure, d'épaisseur et de couleur. M. Duclos a entrepris sur ce sujet un grand travail, dont il a soumis le prodrome à l'Académie, et dont il s'est occupé depuis plus de quinze ans. Dans des voyages en Belgique, en Hollande et en Angleterre, il a constamment acquis de nouveaux matériaux et perfectionné ceux qu'il avait acquis précédemment. Il a mis tous ses soins à se procurer les trois ou quatre variétés de développement de chaque espèce depuis sa sortie de l'œuf jusqu'à son état de décrépitude, ainsi que celles qui peuvent dépendre de la grandeur proportionnelle et de l'intensité de la coloration; il en est résulté une collec-

tion d'espèces et de variétés que l'on peut regarder comme unique.

C'est à l'aide de ces matériaux que M. Duclos a exécuté la monographie complète de toutes les espèces de porcelaines actuellement existantes dans les collections du centre de l'Europe. Il a pu rectifier ou confirmer ce que ses prédécesseurs avaient fait sur le même sujet; mais surtout il a notablement augmenté le nombre des espèces connues. Enfin il a distribué ces coquilles en trois sections, les espèces lisses, les tuberculées et les striées.

Nous ne pouvons pas le suivre dans ces détails, mais les naturalistes qui s'occupent de conchyliologie doivent vivement désirer la publication de son travail.

M. Deshaies a recherché si l'on ne trouverait pas, dans quelques mollusques du grand genre *helix* de Linnæus, des caractères anatomiques suffisants pour établir d'une manière positive certains genres, qui, n'étant fondés jusqu'à présent que sur des caractères tirés de la coquille, avaient été négligés par plusieurs auteurs. Il a examiné le petit animal connu sous le nom d'*helix putris*, dont Draparnaud et Lamarck ont fait le type du genre *ambrette* (*succinea*), ainsi nommé à cause de la couleur d'un jaune d'ambre de sa coquille. Le comparant à l'hélice vigneronne, la mieux connue de toutes les espèces du genre, il trouve très-peu de différences dans les organes de la digestion, de la respiration, et dans le système nerveux : mais c'est dans l'appareil de la génération qu'il en signale de plus notables; l'on n'y observe aucune trace ni des vésicules multifides qui se voient cons-

tamment dans les hélices, ni de la bourse à dard que l'on suppose être un moyen d'irritation des deux individus avant l'accouplement.

M. Deshaies conclut de son travail, que l'organisation des ambrettes présente des différences suffisantes pour confirmer jusqu'à un certain point l'établissement du genre *succinea*, tel que Draparnaud l'avait défini d'après la considération seule de la coquille.

MM. Audouin et Milne Edwards ont continué de présenter à l'Académie les résultats des recherches auxquelles ils se livrent, depuis plusieurs années, sur les animaux sans vertèbres qui peuplent nos côtes.

Leur premier mémoire a pour objet la classification et la description des *Annélides* de la France.

Les principales divisions qu'ils admettent ne diffèrent que peu de celles que M. Cuvier a établies dans son règne animal; mais ils proposent de nouvelles familles et créent plusieurs genres dans l'ordre des *dorsibranches*, le seul dont ils traitent d'une manière spéciale.

Cette description des annélides dorsibranches n'est pas susceptible d'analyse. Les auteurs l'ont présentée avec beaucoup de détails : l'ouvrage de M. Savigny ne mentionne que dix-neuf espèces de ces animaux propres à nos côtes de l'Océan et de la Manche, tandis que MM. Audouin et Milne Edwards en décrivent plus de quarante; parmi celles-ci plusieurs leur ont paru nouvelles, d'autres n'avaient encore été observées que dans la Méditerranée, la mer Rouge et les mers du Nord.

Un autre mémoire des mêmes auteurs traite des *poils* des annélides considérés comme moyen de défense.

Dans l'étude attentive des différents organes extérieurs de ces animaux, ils se sont convaincus que les poils qui garnissent leurs pieds, et qu'on regardait comme de simples ornements ou comme des organes de locomotion, sont aussi des armes défensives d'une nature toute particulière.

MM. Audouin et Edwards font voir qu'en général ces poils prennent la forme d'épines ou d'aiguillons d'autant plus redoutables qu'ils sont rétractiles, et que l'animal peut les diriger à son gré contre les objets dont il craint l'attaque. Toujours leurs formes sont en rapport avec cet usage, et leur structure est des plus variées : les auteurs entrent à cet égard dans des détails très-précis et très-intéressants. Tantôt ces poils sont roides, courts et acérés, tantôt ils sont terminés par une sorte de fourche à deux branches inégales; ou bien ils présentent une cannelure dont les bords sont dentelés, etc.

Mais il y en a d'autres dont la structure est beaucoup plus curieuse, et que MM. Audouin et Edwards désignent sous le nom commun de poils composés. Le plus généralement les deux pièces, l'une basilaire et l'autre terminale, qui les constituent, sont réunies bout à bout par une véritable articulation, et la pièce terminale affecte diverses formes qu'on peut comparer à celle d'une serpette, d'un harpon ou d'une baïonnette. Mais ce qu'il y a de plus remarquable encore, c'est que, par un mécanisme fort simple, ces poils composés peuvent laisser dans la plaie qu'ils ont faite leur dernier article, et après l'avoir perdu, l'arme, réduite ainsi à la pièce basilaire, conserve à son extrémité une pointe acérée qui peut agir à la manière d'un stylet.

Enfin, les auteurs font connaître des espèces d'armes très-compliquées qui sont, quant à la forme, de véritables flèches barbelées, remarquables en ce que chacune porte avec elle son carquois ou son étui. Cet étui est composé de deux valves susceptibles de s'abaisser lorsque la flèche s'enfonce dans quelque corps étranger, et il présente intérieurement autant de compartiments qu'il y a de petites dents sur les côtés de la flèche.

Le troisième mémoire de MM. Audouin et Edwards est le résumé de leur voyage sur les côtes de la Normandie et de la Bretagne. Grâce à l'obligeance de l'un des membres de l'Académie, M. Beautemps-Beaupré, chargé à cette époque du relevé hydrographique de cette partie de notre littoral, ils ont pu visiter les nombreux écueils qui hérissent la Manche, depuis le cap Flehel jusqu'à Grandville, et explorer à l'aide de la drague ou de la sonde des fonds de nature variée, soit au large, soit dans des points où la mer est tellement abritée, qu'elle ressemble presque à un lac d'eau salée. Ces excursions multipliées ont fourni aux auteurs l'occasion de découvrir un grand nombre d'espèces de mollusques, d'annélides, de crustacés et de zoophytes, dont plusieurs sont complétement nouvelles pour la science. Ils se sont procuré aussi des connaissances précises sur la distribution topographique de ces animaux marins, et ont pu observer plusieurs particularités de leurs mœurs. Les collections qui ont été faites pendant ce voyage ont été déposées par eux au Muséum d'histoire naturelle.

Il ne nous est pas possible d'entrer dans les détails fort nombreux qu'ils rapportent sur les mœurs et sur l'organisation d'un grand nombre d'espèces peu ou point connues;

nous dirons seulement, qu'en résumant leurs observations sur la distribution topographique des animaux sans vertèbres sur cette côte, ils distinguent quatre zones ou étages principaux, compris entre les limites des plus hautes et des plus basses eaux, régions en général assez nettement limitées, et caractérisées par les animaux qui y ont fixé leur demeure. Les auteurs désignent avec soin les espèces que l'on rencontre dans chacune de ces régions.

Dans un mémoire relatif à l'organisation de la bouche des crustacés suceurs, M. Milne Edwards a tenté de faire, pour les crustacés, ce qu'avait fait M. Savigny relativement aux insectes: d'établir une concordance entre les parties de la bouche des crustacés broyeurs et des crustacés suceurs. A cet effet il a examiné avec beaucoup de soin le suçoir d'une espèce de calige rentrant dans le genre pandarus de Leach, et en a ensuite comparé les pièces avec celles de la bouche des crustacés pourvus de mâchoires.

Deux lames impaires, l'une antérieure ou inférieure, l'autre postérieure ou supérieure, et présentant une fente qui s'ouvre dans l'intérieur d'un tube conique formé par leur réunion, et deux longs filets styliformes portés chacun sur un tubercule inséré près de la base du tube, et pénétrant dans son intérieur : voilà les pièces qui constituent le suçoir. Un peu plus en dehors, est une paire d'appendices consistant chacun en une petite tige cornée, terminée par un crochet avec un palpe rudimentaire. En dessous et un peu plus en arrière, sont deux autres appendices formés d'un tubercule et d'une pièce en forme de stylet dirigée en arrière; sur les

côtés extérieurs tant du siphon que de ces autres parties, sont rangées, sur deux lignes longitudinales, trois autres paires d'appendices qui paraissent être de petits pieds propres à la préhension; les deux supérieurs et les deux inférieurs étant terminés par un crochet ou un fort onglet. Les deux premiers se portent en avant, et on pourrait les prendre pour des antennes intermédiaires. Au-dessous de tous les appendices précédents, viennent ceux qui forment les pattes.

Les commissaires de l'Académie ont donné des éloges au soin avec lequel M. Edwards a observé et décrit l'organisation du crustacé qui fait l'objet de son mémoire; mais ils n'ont pu regarder que comme un parallèle ingénieux, la comparaison qu'il cherche à établir entre ses organes de la manducation et de la locomotion et ceux des crustacés pourvus de mâchoires.

Le même auteur, appliquant à quelques divisions des crustacés les principes de la méthode naturelle, propose de rendre à l'appareil respiratoire l'importance qui lui appartient. D'après son idée, les caractères de l'ordre des crustacés stomapodes se simplifient, et les limites s'en déterminent d'une manière plus certaine. Ayant étudié plus particulièrement l'organisation du genre mysis, il a découvert que ces crustacés étaient dépourvus de tout appareil branchial; il a reconnu que les phyllosomes étaient dans le même cas, et de nouvelles recherches lui ont permis de constater l'absence des mêmes organes dans le genre lucifer de M. Thompson. Selon M. Edwards, l'ordre des stomapodes serait distingué

de celui des décapodes, en ce qu'il n'aurait pas de branchies logées dans une cavité située de chaque côté du thorax. Dès lors les mysis, les thysanopodes, ainsi que le genre lucifer, appartiendraient à cet ordre.

M. Guérin a communiqué à l'Académie un travail sur l'organisation extérieure des phyllosomes, et la monographie de ce genre de crustacés. L'auteur ayant eu à sa disposition les riches collections de MM. Lesson et Raynaud, a pu facilement remplir les lacunes qu'avaient dû laisser ses devanciers.

Les caractères qu'il assigne à ce genre d'après ses principales observations, sont les suivants :

Test divisé en deux boucliers minces et transparents, dont l'antérieur, grand, de forme arrondie ou ovalaire, donnant attache en avant à deux yeux pédiculés, à quatre antennes, et en arrière à la bouche; le second portant à son pourtour les secondes mâchoires, les pieds-mâchoires, les pieds proprement dits, l'abdomen ou la queue; bouche formée d'un labre globuleux, de deux mandibules tranchantes, un peu coriaces, dépourvues de palpes; d'une paire de mâchoires bifurquées et armées d'épines denticulées; seconde paire de mâchoires, et première paire de pieds-mâchoires rudimentaires, aplaties, de forme variable, et plus ou moins éloignées de la bouche proprement dite; deuxième et troisième paires de pieds-mâchoires, composées de plusieurs articles, et portant à leur partie inférieure et externe un appendice flagelliforme, ou à sa place un petit corps oblong et rudimentaire; pieds au nombre de dix, fort longs, composés de quatre articles, terminés généralement par un onglet crochu,

et portant vers leur base un appendice flagelliforme; abdomen ou queue composée de cinq segments, dont les quatre premiers portent chacun en dessous une paire d'appendices natatoires divisés en deux feuillets, et dont le dernier est terminé par une nageoire de cinq feuillets. Tel est, selon M. Guérin, le signalement du genre phyllosome.

Les organes de la génération et les mœurs de ces animaux sont inconnus. Tout ce que l'on sait, c'est qu'ils se tiennent à la surface de la mer, qu'ils y nagent lentement en agitant leurs appendices flagelliformes, et qu'étant transparents, leur présence n'est décélée que par la couleur bleue de leurs yeux. Ces animaux, si l'on en excepte l'espèce découverte par M. Risso, dans la Méditerranée, habitent exclusivement les mers intratropicales.

Les espèces mentionnées par M. Guérin sont au nombre de douze, dont six inédites. Il les distribue, d'après la forme des antennes extérieures et celle des seconds pieds-mâchoires, en deux sections principales, qui elles-mêmes se subdivisent chacune en deux, la première d'après la situation de la bouche, la seconde d'après la longueur des deux pieds postérieurs.

L'impulsion communiquée, dans ces derniers temps, à l'étude des sciences naturelles a été si vive et si générale, qu'elle s'est étendue jusqu'à des objets qu'une prévention presque universelle semblait condamner à l'oubli, et dont les noms mêmes inspiraient la frayeur ou le dégoût. Tels sont les *scorpions*, les *araignées*, les *acarus*, et autres animaux composant aujourd'hui la classe des arachnides. Lister, Albin,

Clerck et Degeer, s'élevant au-dessus des préjugés vulgaires, donnèrent les premiers une attention spéciale à ceux qui forment le genre *Aranea* de Linnæus. Une espèce propre aux contrées méridionales de l'Europe, et très-remarquable par la manière dont elle construit son habitation, l'*araignée maçonne*, devint, pour l'abbé de Sauvages, un sujet curieux d'observations. Ses habitudes sont très-analogues à celles d'une autre espèce, dont longtemps avant lui avait parlé Brown dans son Histoire naturelle de la Jamaïque, l'*aranea nidulans* de Linnæus. Une troisième espèce, semblable aux précédentes par sa manière de vivre, et propre à la Toscane, à l'île de Corse, l'*araignée* de *Sauvages*, fut ensuite l'objet des recherches de Rossi. Mais jusqu'alors l'organisation particulière de ces arachnides avait été négligée. Dorthez, le premier, en observa la composition buccale, ainsi que celle de l'*araignée aviculaire*. Cependant il ne remarqua point les caractères propres aux espèces précédentes, et qui consistent dans la présence d'une série de petites dents cornées, formant une espèce de râteau, à l'extrémité supérieure de la première articulation de leurs griffes ou de leurs mandibules. M. Latreille remplit cette lacune dans un mémoire qui fait partie du recueil de ceux de la Société d'histoire naturelle de Paris. Ces espèces, ainsi que les autres aranéides qui présentent la même conformation dans les parties de la bouche, furent comprises par un autre de nos confrères, M. Walckenaer, dans un genre particulier, celui des *mygales*. Depuis cette époque, c'est-à-dire, depuis trente et quelques années, ces deux savants n'ont cessé d'éclaircir par leurs investigations l'étude de cette intéressante famille, qui rentre dans une division de la classe des arachnides, distinguée

par la présence d'organes pulmonaires. L'un de nos correspondants, M. Léon Dufour, qui a publié, sur l'anatomie de divers insectes, des mémoires d'un grand intérêt, et qui ne s'est pas moins occupé de celle des aranéides, a divisé cette famille en deux coupes très-naturelles, d'après le nombre de ces organes, qui est tantôt de quatre, tantôt de deux seulement. De là l'origine des dénominations de *quadripulmonaires* et *bipulmonaires*. Les mygales et quelques autres genres appartiennent à la première section.

Des vues générales sur les aranéides quadripulmonaires, une notice de quelques espèces inédites du genre mygale, et la description des nids de l'espèce de ce genre, citée plus haut, sous le nom d'*aranea nidulans*, et qui est la mygale recluse de M. Walckenaer, sont le sujet d'un mémoire présenté par M. LATREILLE.

Nos colons américains désignent l'araignée aviculaire et d'autres grandes espèces de mygales sous la dénomination d'*araignées crabes*.

D'après Pison, les grandes mygales sont appelées collectivement par les Brésiliens *nhamdu* ou *nhamdiu ;* et sur la côte de Malabar, au témoignage de feu Leschenault de la Tour, les crabes sont connus sous une dénomination presque identique, *nhamdou*.

Par le nombre plus considérable (huit) de leurs poumons, les scorpions semblent devoir ouvrir la classe des arachnides. A l'égard des aranéides, cette quantité donne aussi le moyen d'établir la transition des théraphoses de M. Walckenaer à celles de sa division suivante, portant le titre général d'araignees. Au lieu de mettre en tête de celle-ci le genre des lycoses ou les araignees loups, il faut évidemment passer des thé-

raphoses aux dysdères, puisqu'ici le nombre des poumons est encore de quatre. Ce dernier genre se lie avec celui des sésestries, et par conséquent avec les autres genres de la division des araignées tapissières. A ces caractères, il faut ajouter celui que l'on tire du nombre des filières ; il n'est que de quatre dans les théraphoses, au lieu de six ; et deux, dans tous les cas, ne méritent point cette qualification, en ce qu'elles ne fournissent point de soie. On voit encore que le dernier article des palpes des mâles, ce bouton qui, suivant les uns, est l'organe fécondateur, et, selon d'autres, un simple organe excitateur, est beaucoup plus simple dans les théraphoses, les dysdères et les sésestries.

Feu Olivier avait pensé que les mygales pourvues d'un râteau, ou celles dont il avait formé une petite famille, avec la désignation de mineuses, devaient être séparées génériquement. M. Latreille partage cette opinion, et cette nouvelle coupe compose son genre cténize, que M. Savigny a nommé depuis (Description de l'Égypte) *nemesia*.

La mygale cardeuse ne formera plus une espèce. Ainsi que l'avait avancé M. Dufour, elle n'est que le mâle de la maçonne. Tous les individus de ce sexe que M. Latreille a eu occasion d'examiner, si l'on en excepte deux espèces, ont un ergot ou forte épine à l'extrémité inférieure des jambes. Il avertit que, pour faciliter le signalement des espèces, il est important de tenir compte des proportions relatives des articles du tarse. C'est ainsi que dans quelques-unes, notamment l'aviculaire, ces articles sont plus courts, guère plus longs que larges, presque carrés, et que le dernier forme une sorte de palette, tandis que dans les autres le tarse est linéaire, avec le premier article beaucoup plus long que le suivant. Les

poils qui en revêtent la face intérieure, et composent dans quelques-unes une brosse très-fournie, doivent aussi fixer l'attention.

M. Latreille décrit deux espèces de mygales proprement dites, l'une dédiée à M. Barthélemi, qui l'avait reçue vivante, et l'autre qu'il nomme *veinée,* à raison des lignes rouges du dessus de son abdomen. Celle-ci se range dans la division des mygales à pattes longues, et l'autre dans celle où ces organes sont beaucoup plus courts et terminés en palette. Avec les mygales sans brosse, du moins aux quatre tarses postérieurs, se placent la M. calpéienne de M. Walckenaer, la même que celle que M. Dufour nomme valencienne, et la cténize sicilienne. Les mâles de ces deux espèces n'offrent point d'ergot aux deux jambes antérieures.

M. Latreille, en visitant la collection de la Société linnéenne de Londres, y a trouvé un individu de l'*aranea nidulans,* autre sorte de cténize, très-voisine de la *M. pionnière* de M. Walckenaer, et il en donne la description, ainsi que celle de son nid, envoyé par M. Prior à M. Royer, secrétaire de l'administration du Muséum d'histoire naturelle, et qui ressemble beaucoup à celui de l'espèce précédente. Il est long de neuf pouces, en forme de cône renversé ou d'entonnoir à sa partie supérieure, et rétréci et cylindrique ensuite. Sa cavité présente intérieurement, au point où finit la portion conique, une saillie en forme de cordon ou de bourrelet. L'ouverture a un pouce de diamètre. Elle se ferme au moyen d'un opercule circulaire, à charnière, et mobile, comme celui du nid des autres cténises, mais plus mince, très-plat, et qui, vu extérieurement, paraît être composé de plusieurs feuillets de terre appliqués les uns sur les autres. Une couche de terre de même

nature recouvre le tube qui forme les parois intérieures de l'habitation. Brown n'a représenté que ce tube, et, d'après son dessin, l'on croirait que l'opercule est double. Il place cette aranéide dans son genre *tarantula*. Badier, au rapport d'Olivier, avait observé la même espèce dans l'île de la Guadeloupe. Sa piqûre produit une douleur très-vive, contre laquelle on emploie des sudorifiques.

MM. Percheron et Gaury ont entrepris la monographie de la division des mélitophiles, dans la famille des insectes lamellicornes. Ces animaux, remarquables par la richesse et la variété de leurs couleurs, et auxquels appartient le scarabée vert doré, si commun sur les fleurs, ont été l'objet de nombreuses et importantes recherches. Néanmoins le travail de MM. Percheron et Gaury, appuyé sur un grand nombre d'observations nouvelles, ne pourra que profiter à la science. C'est sur le caractère du corselet, dont le bord postérieur est tantôt droit, tantôt dilaté en forme de lobe dans son milieu, de manière à diminuer l'étendue de l'écusson, et même à le remplacer, et sur la consistance du lobe terminal des mâchoires, qui est tantôt corné et denté, tantôt membraneux et sans dents, que reposent les divisions principales des deux auteurs. Leur première section des mélitophiles, celle qui répond au genre Trichius de Fabricius, se compose de huit genres; et la seconde, celle qui embrasse le genre Cetonia du même auteur, en n'y comprenant que les espèces à mandibules membraneuses, en renferme treize. Sur le nombre total de vingt et un genres, huit sont propres aux auteurs; et s'il est vrai de dire que dans ce nombre quelques-uns reposent sur des caractères trop

secondaires, et plutôt spécifiques que génériques, les commissaires de l'Académie n'en ont pas moins cru devoir recommander à son approbation la monographie de MM. Percheron et Gaury.

M. Strauss a ajouté à ses précieuses recherches sur l'anatomie du hanneton et sur celle de l'araignée aviculaire un nouveau travail destiné à faire connaître les organes du mouvement de l'une des plus grosses espèces d'insectes hyménoptères de notre pays, la *guêpe-frelon*.

Comme les frelons sont des insectes qui ont besoin tout à la fois de couper, de broyer et de sucer leurs aliments, l'auteur a cru devoir les choisir de préférence à d'autres espèces de l'ordre des hyménoptères, parce que les parties de leur bouche devaient par cela même lui offrir la réunion de diverses particularités d'organisation. En effet, quant au nombre des pièces, les organes de leur bouche sont semblables à ceux des coléoptères; mais déjà leurs formes altérées indiquent les modifications qu'elles éprouveront dans les hémiptères, comme les punaises, et dans les insectes à deux ailes, comme les taons.

Nous ne pouvons présenter qu'une analyse rapide de ce grand travail, qui est surtout intéressant par les détails descriptifs, et par les comparaisons que ces détails permettent.

M. Strauss a isolé, désarticulé, décrit et figuré sous divers aspects toutes les pièces solides qui forment la charpente des frelons, au nombre de 267, et les 258 muscles, dont l'action et les usages sont distincts et déterminés.

La première partie est consacrée à l'étude du test ou de l'en-

semble des téguments. L'auteur fait remarquer que dans tous les hyménoptères, au contraire de ce qui a lieu dans les insectes à élytres, les ailes supérieures servant plus au vol que les inférieures, les muscles qui meuvent les premières ont, par leur développement, modifié les dimensions des pièces du corselet.

La seconde partie est consacrée au système musculaire. Les muscles du frelon diffèrent peu de ceux des coléoptères décrits dans le hanneton. L'ordre suivi dans leur exposition est d'ailleurs le même que celui de la description des téguments.

L'auteur se propose de faire connaître par la suite les appareils digestifs, sécrétoires, génitaux mâle et femelle, et les systèmes respiratoire et nerveux du même insecte.

M. Latreille, à qui l'histoire littéraire n'est pas moins connue que l'histoire naturelle, s'est occupé de déterminer les connaissances que les anciens ont eues de la soie et de l'animal qui la produit.

Nous avons parlé, dans notre analyse de 1826, en faisant l'extrait d'un mémoire de M. Mongès, des chenilles que Pline prétendait habiter sur le chêne, le térébinthe, le frêne et le cyprès de l'île de Cos, et y filer des cocons dont on préparait de la soie.

M. Latreille pense que, dans les récits d'où celui de Pline a été tiré, il ne s'agissait pas de l'île de Cos dans l'Archipel, mais d'une contrée beaucoup plus éloignée. Rappelant à ce sujet le passage de Pausanias sur l'animal du pays des Sères, qui produit la soie, et où il est dit que la *Serie* est une

île du fond de la mer Érythrée, il cherche à prouver que les Sères n'habitaient point, comme on l'a cru, dans l'Asie centrale ou à la Chine, mais bien dans quelqu'une des îles formées par divers fleuves, aux environs du cap *Martaban*, au royaume d'Ava, cap qui lui paraît le *Tabin* de Pline. Il juge même que le nom de Sères y est encore conservé dans celui de la ville de *Sirian*. Déjà M. Gosselin avait reconnu le fleuve *Serus* de Ptolémée, qui doit être le *Ser* de Pausanias, dans la rivière de Pégu qui coule à Sirian. Or tout ce pays abonde, ainsi que le midi de la Chine et le Bengale, en vers à soie sauvages de différentes espèces, dont il en est une qui tire sa soie en fils très-longs qui s'attachent aux arbrisseaux et aux buissons, suivant que les vents les poussent d'un côté ou de l'autre. On les amasse, et l'on en ourdit, selon du Halde, une espèce de droguet. L'un des arbres dont ces vers sauvages se nourrissent est un térébinthe ; un autre, une sorte de frêne ; un troisième, un chêne dont les feuilles ressemblent à celles du châtaignier.

Roxburgh a fait connaître les vers à soie sauvages du Bengale, dont l'un (le *bombyx militta* de Fabricius) vit sur le jujubier ; un autre (le *phalæna cynthia* de Drury) se tient sur le ricin.

Aristote attribue la découverte de l'art de dévider la soie à Pamphile, de l'île de Cos, et M. Latreille fait remarquer que c'est aussi à une femme, à *Siling*, fille de l'empereur *Hoang-ti*, que les Chinois font honneur de cette invention ; et comme Sénèque dit, en parlant de ces gazes de soie qui ne garantissaient ni le corps ni la pudeur, qu'on les faisait venir de pays inconnus même au commerce, M. Latreille doute que cette Pamphile ait appartenu à une île aussi rapprochée

que celle de Cos, ou bien il croit que si elle inventa quelque chose, ce fut l'art d'effiler les étoffes de soie et d'en ourdir de nouveau les fils avec du lin, pour faire ces étoffes que Pline nomme *tramo-serica*.

Parmi les îles que forment les branches de la rivière d'Ava ou l'Iraouaddi, il s'en trouve une qui s'appelle *Cosmin;* et c'est là que M. Latreille croit reconnaître la *Cos* des vers à soie, que l'on a confondue ensuite avec la *Cos* de l'Archipel. Une partie de son mémoire est d'ailleurs employée à expliquer les rapports des anciens sur la manière d'opérer de ces vers, rapports où la vérité est fort altérée, comme cela devait être d'après des récits faits par des voyageurs ignorants et qui peut-être ne tenaient pas même les faits de la première main.

M. Dugès, qui, il y a quelques années, avait déjà entretenu l'Académie de ses recherches sur les *planaires*, lui a présenté un nouveau mémoire sur ces animaux et sur plusieurs genres voisins.

L'établissement du genre Prostome que M. Dugès a formé avec les espèces de planaires dont le canal intestinal est pourvu de ses deux orifices, se trouve confirmé par la découverte de quatre espèces nouvelles, savoir : les Prostomes clepsinoïde, lombricoïde, blanc et armé. Ce dernier, à cause de sa grandeur, a montré des particularités fort remarquables, dans une sorte de trompe armée de pointes dures et cornées qui paraît à l'extrémité orale de l'intestin, et surtout dans l'existence d'un système circulatoire complet, composé de deux ordres de vaisseaux, les uns plus, les au-

tres moins contractiles, et disposés à peu près comme dans les lombrics et les naïs.

La seconde partie est consacrée au perfectionnement d'un genre de véritables planaires également établi par M. Dugès, sous la dénomination de *Derostoma*, et dont le canal alimentaire n'ayant qu'un seul orifice, est en forme de sac et non pas ramifié, comme dans les planaires proprement dites : l'augmentation du nombre des espèces, que l'auteur porte aujourd'hui à dix-sept, l'a conduit à établir, dans ce genre, une division naturelle suivant que l'orifice buccal est sous l'extrémité postérieure, ou sous le milieu. La première section conserve le nom de Derostoma, la seconde prend celui de Mesostoma.

Les observations de M. Dugès sur les planaires proprement dites portent sur la distinction des espèces, dont il fait connaître cinq nouvelles, et sur quelques points curieux de leur organisation. Le premier regarde le système circulatoire qui, dans ces animaux, est formé d'un réseau général et de deux arbres vasculaires latéraux communiquant entre eux par de nombreuses anastomoses, se rapprochant en avant et paraissant se terminer dans un renflement central ou bilobé. M. Dugès voit dans ce renflement une partie du système vasculaire analogue à ce qu'on remarque dans les lombrics, tandis que MM. Quoy et Gaimard, s'appuyant sur l'observation d'une grande espèce marine, ont pensé que ce renflement appartient au système nerveux.

Mais le second point d'anatomie rapporté par M. Dugès serait bien autrement singulier. L'auteur croit s'être assuré, dans la planaire viganienne, que de la cavité même du vagin naissent deux canaux courts qui vont se continuer avec les

troncs latéraux de l'appareil vasculaire, en sorte qu'il y aurait une communication large et facile entre le système circulatoire et l'appareil génital. Les commissaires de l'Académie n'ont point regardé comme suffisamment démontrée une assertion si contraire à l'ensemble des faits observés dans toute la série animale. Ils ont pensé que le procédé anatomique employé par M. Dugès, et qui consiste à écraser avec précaution l'animal entre deux verres et à observer par transparence, a pu lui occasionner quelque illusion, et que les oviductes, qui, dans les planaires, se placent d'arrière en avant dans la même direction que les vaisseaux latéraux, ont pu être confondus avec ceux-ci par superposition.

Une acquisition bien précieuse pour la zoologie, c'est l'ouvrage que M. de Humboldt a présenté à l'Académie, de la part de son auteur, M. Ehrenberg, et qui a pour objet les petits animaux connus sous les noms de microscopiques et d'infusoires; non-seulement M. Ehrenberg en a beaucoup observé pendant le voyage qu'il a fait en Égypte et en Nubie, et a déterminé les espèces européennes qui se retrouvent les mêmes dans ces contrées éloignées; non-seulement il a établi dans cette classe remarquable de nouvelles distributions méthodiques, et y a ajouté de nombreuses espèces nouvelles; il a surtout fait une découverte qui change beaucoup les idées que l'on avait de leur organisation. En teignant l'eau où ces animaux vivent, avec des matières colorantes organiques non altérées, comme de l'indigo, du carmin, du vert de nerprun, il est parvenu à rendre leur canal

alimentaire très-visible, et il s'est assuré ainsi, qu'aucune de leurs espèces ne se nourrit par l'intussusception de sa surface, mais qu'elles ont toutes un canal intestinal, et même souvent fort compliqué, contourné sur lui-même et muni d'estomacs ou de cœcums quelquefois très-nombreux. Il a même aperçu dans quelques-uns, des organes spéciaux de reproduction et jusqu'à des traces de système nerveux et musculaire. Les naturalistes avaient déjà reconnu des organes intérieurs et particulièrement un estomac, dans les plus grands de ces animaux, nommément dans les rotifères; mais nous ne pensons pas que personne avant M. Ehrenberg se soit douté que dans les espèces regardées comme simplement homogènes et gélatineuses, dans ces monades dont une goutte d'eau renferme souvent tant de milliers, il y eût cependant un canal digestif et des estomacs. Cette découverte change entièrement les idées, et renverse surtout bien des systèmes; elle est du nombre de celles qui font époque dans les sciences.

Un fait d'un vif intérêt pour la géographie des animaux, et, sous de certains rapports, pour l'histoire des ossements fossiles, l'existence du grand tigre du Bengale dans le nord de l'Asie (entre les latitudes de Paris et de Berlin), a été constaté par M. Ehrenberg dans son voyage de Sibérie. M. de Humboldt nous a communiqué l'extrait d'un mémoire manuscrit de ce naturaliste, dans lequel il discute ce fait, et donne des éclaircissements sur la grande panthère à long poil, *Felis irbis*, des monts Atlas, comparée au *Felis pardus* de Cuvier, et au *Felis chalybeata*.

VOYAGES.

M. de Humboldt, un des huit associés étrangers de l'Académie, est revenu à Paris après une absence de quatre ans, et il a prouvé, par un grand nombre de mémoires et par des notices qu'il a données de travaux non encore terminés, que ni son activité ni son zèle pour les progrès des sciences n'ont diminué. Dans une des séances du mois d'octobre, il a passé rapidement en revue les résultats principaux du voyage qu'il a fait, sous les auspices de S. M. l'empereur de Russie, conjointement avec MM. *Ehrenberg* et *Gustave Rose,* aux mines de l'Oural et de l'Altaï, aux frontières de la Songarie chinoise et à la mer Caspienne, voyage de plus de 4500 lieues. Pendant une seule année (celle de 1829) quatre expéditions scientifiques très-remarquables ont été entreprises dans cette partie de l'ancien continent : celle de M. de Humboldt; celle de M. *Parrot* fils, au sommet de l'Ararat, qu'il a trouvé couvert de laves d'obsidienne et de 452 mètres plus élevé que le mont Blanc; celle de M. *Kupfer,* à la montagne trachytique d'Elbrouz dans le Caucase, qui atteint à la hauteur de cinq mille mètres; enfin le grand voyage de MM. *Hansteen,* de Christiania, et *Adolphe Erman,* de Berlin, entrepris dans le but de déterminer les lignes magnétiques depuis Pétersbourg jusqu'au Kamtschatka.

M. de Humboldt s'est embarqué à Nischni-Nowgorod sur le Wolga, pour descendre à Casan et aux ruines tartares de Bolgari, ancienne résidence des Timurides. De là il est allé, par Perm, à Ékatherinebourg sur la pente asiatique de l'Oural, vaste chaîne composée de plusieurs rangées presque

parallèles, dont les plus hauts sommets atteignent à peine quatorze ou quinze cents mètres, mais qui suit, comme les Andes, depuis les formations tertiaires voisines du lac Aral, jusqu'aux roches de grünstein, voisines de la mer Glaciale, la direction d'un méridien. M. de Humboldt a visité pendant un mois les parties centrales et septentrionales de l'Oural, si riches en alluvions qui contiennent de l'or et du platine, les mines de malachite de Goumechefskoi, la grande montagne magnétique de Blagodad, les fameux gisements de topaze et de béryl de Moursinsk. Près de Nischni Tagilsk, contrée que l'on peut comparer au Choco de l'Amérique du Sud, on a trouvé une pépite de platine du poids de plus de huit kilogrammes. D'Ékatherinebourg, le voyage se dirigea, par Fioumen, à Tobolsk sur l'Irtyche, et de là par Tara, la steppe de Baraba, redoutée à cause de la piqûre d'insectes de la famille des stipules qui y abondent; à Barnaoul, sur les rives de l'Obi, au lac pittoresque de Koliwan, et aux riches mines d'argent du Schlangenberg, de Riddersk, et de Sirianofski, placées sur la pente sud-ouest de l'Altaï, dont le plus haut sommet, appelé par les Calmouks Ijictou (montagne de Dieu) ou Alastou (montagne Pelée), et exploré récemment par le botaniste M. Bunge, atteint presque l'élévation du pic de Ténériffe. La production annuelle en argent des mines de Koliwan est de plus de 76,000 marcs. En se dirigeant de Riddersk au sud vers le fortin d'Ust-Kamenogorsk, MM. de Humboldt, Ehrenberg et Rose passèrent par Boukhtarminsk à la frontière de la Songarie chinoise; ils obtinrent même la permission de franchir la frontière, pour visiter le poste mongol de Baty ou Khoni-Mailakhou, point très-central de l'Asie (au nord du lac Dzaïzang), qui se trouve, d'après

les déterminations chronométriques de M. de Humboldt, par les 82° de longitude, par conséquent presque dans le méridien de Patna et de Katmandou. En retournant de Khoni-Maïlakhou à Ust-Kamenogorsk, les voyageurs virent sur les rives solitaires de la Boukhtarma, par une longueur de plus de cinq mille mètres, le granite divisé en bancs presque horizontaux, épanché sur un schiste dont les lits sont en partie inclinés de 85°, en partie entièrement verticaux. Du fortin d'Ust-Kamenogorsk, on longea la steppe de la Horde moyenne des Kirghises par Semipolatinsk, Omsk, puis la ligne des Cosaques de l'Ischim et du Tobol, pour atteindre l'Oural méridional. C'est là que, près de Miask, sur un terrain de très-peu d'étendue, à quelques pouces sous terre, on a trouvé trois *pépites* d'or natif, dont deux avaient le poids de 28 et la troisième de 43 $\frac{1}{2}$ marcs. Les voyageurs longèrent l'Oural méridional jusqu'aux belles carrières de jaspe vert, près d'Orsk, où la rivière poissonneuse du Jaïk brise la chaîne de l'est à l'ouest; de là, il se dirigèrent par Orenbourg (ville qui, malgré son éloignement de la mer Caspienne, se trouve déjà au-dessous du niveau de l'Océan, d'après les mesures barométriques faites pendant une année entière par MM. Hofmann et Helmersen); puis à la fameuse mine de sel gemme d'Iletzki, située dans la steppe de la Petite Horde des Kirghises; au chef-lieu des Cosaques d'Ouralsk, qui, munis de crochets, prennent de nuit, de leurs mains, en plongeant, des esturgeons de 4 pieds $\frac{1}{2}$ à 5 pieds de long; aux colonies allemandes du gouvernement de Saratow sur la rive gauche du Wolga; au grand lac salé d'Elton, dans la steppe des Calmouks; et par Sarepta (belle colonie des frères Moraves), à Astrakan. Le but principal de cette excursion

à la mer Caspienne, était l'analyse chimique de l'eau que devait faire M. Rose, l'observation des hauteurs barométriques correspondantes à celles d'Orenbourg, de Sarepta et de Casan, et la collection des poissons de cette mer intérieure, pour enrichir le grand ouvrage sur les poissons de MM. Cuvier et Valenciennes. En effet, le Muséum d'histoire naturelle du Jardin des plantes a reçu, par M. Ehrenberg, plus de 30 espèces de la mer Caspienne et de différents fleuves de la Russie européenne et asiatique. Les poissons du lac Baïkal ont été demandés par M. de Humboldt. D'Astrakhan, les voyageurs retournèrent à Moscou par l'isthme qui sépare le Don et le Wolga, par le pays des Cosaques du Don, Woroneje et Toula.

C'est pendant le cours de cette expédition, qu'a été faite, au commencement du mois de juillet 1829, la découverte importante des diamants de l'Oural par M. le comte de Polier et un jeune minéralogiste de l'école de Freyberg, M. Schmidt, qui avaient accompagné M. de Humboldt depuis Nichni-Nowgorod. Des analogies géognostiques entre les formations du Brésil et de l'Oural, et l'identité d'association de certains minéraux dans les régions les plus éloignées du globe, avaient fait naître chez ce savant, de même que chez M. d'Engelhardt, professeur de minéralogie à Dorpat, la ferme persuasion de l'existence des diamants dans les terrains d'alluvion aurifères et platinifères de l'Oural, du Choco et de la Sonora. M. de Humboldt s'était occupé de cette recherche avec beaucoup d'ardeur, conjointement avec MM. Rose et Schmidt, dès son arrivée à Ékatherinebourg, en examinant à la loupe des résidus des lavages; mais ses recherches ne furent pas couronnées de succès, et la découverte du diamant par le comte de Polier

et M. Schmidt eut lieu sur la pente européenne de l'Oural, huit lieues au nord-est de Bissersk, dans les alluvions de Krestowosdvijenski, trois jours après que ces messieurs eurent quitté l'expédition dans les environs de Kouchwa et de Tourinsk, pour passer le dos de la chaîne centrale, et revenir sur Perm.

M. de Humboldt a présenté à l'Académie, en son nom et en celui de son compagnon de voyage, M. Gustave Rose, plusieurs minéraux recueillis pendant ce voyage, parmi lesquels il y en a de très-rares, ou dont la composition était entièrement inconnue jusqu'ici, tels que l'*aechynite,* qui est, selon Berzelius, un titanate de zircone; le *pyrochlore* de Miask, qui est un titanate de chaux avec oxyde de cérium, substance que M. Wöhler n'avait trouvée jusqu'ici que dans la cyanite à zircone de Christiania en Norwége; la *pyrophillite* de Bérésow (silicate d'alumine hydraté et se gonflant à la flamme du chalumeau), analysée par l'habile chimiste de Moscou, M. Herrmann; la *gahnite* de Kyschtim dans l'Oural central; la *cancrinite,* qui a des rapports avec le lazulite et se trouve dans les monts Ilmen, dans une roche d'*élæolithe* très-répandue dans ces contrées; de beaux cristaux de *dioptase* de la grande steppe des Kirghises de la Horde moyenne au pied de la colline d'Altyn-Tubé, mais récemment découverte aussi sur la pente occidentale de l'Oural; enfin deux nouvelles combinaisons de *tellure* de la mine de Sawodinski au pied sud-est des monts Altaï, peu éloigné de la frontière chinoise. Le tellure était jusqu'ici inconnu en Asie. M. Rose a trouvé que le minerai de Sawodinski, qui avait été confondu avec le sulfure d'argent d'une couleur très-claire, renferme deux substances différentes : le *tellure*

d'argent, composé de 62,24 argent, 36,92 tellure, et 0,24 fer, c'est-à-dire d'un atome de tellurium et d'un atome d'argent, et le *tellure de plomb,* composé de 1,28 d'argent, 60,35 de plomb et 38,37 de tellurium. Ces minerais de tellure d'Asie diffèrent entièrement de la composition des tellures aurifères de Nagyag en Transylvanie.

M. de Humboldt a aussi annoncé à l'Académie un grand travail de M. Gustave Rose sur l'or des filons et l'or des terrains d'alluvion de l'Oural, chaîne de montagnes qui sur son dos offre des terrains d'alluvion aurifères et platinifères depuis le 53^{e} jusque bien au delà du 61^{e} degré de latitude. M. Rose a trouvé dans les lavages de Chabrowski, près Ékatherinebourg, sur la pente asiatique de l'Oural, de l'or presque pur, renfermant 99,34 d'or, 0,14 d'argent, 0,43 de cuivre, et 0,05 de fer, par conséquent de l'or plus pur encore que celui de Giron et de Bucaramanga en Colombie, analysé par M. Boussingault; mais parmi les échantillons rapportés de l'Altaï, des filons de Sirianowski, M. Rose a trouvé de l'or natif argentifère à 60,49 d'or et 38,79 d'argent.

M. de Humboldt a fait connaître encore à l'Académie son travail sur les systèmes de montagnes de l'intérieur de l'Asie, sur les volcans qui y ont été actifs dans les temps historiques, même en jetant des laves, et sur la grande dépression de l'ouest de l'Asie, dépression dont les surfaces de la mer Caspienne et du lac Aral forment la partie la plus basse (l'une est de 98, l'autre de 62 mètres au-dessous du niveau de l'Océan), mais qui s'étend, conformément aux nouvelles mesures barométriques de MM. Hofmann, Helmersen, Humboldt et Rose, fort loin dans l'intérieur des terres, jusqu'à Saratow sur le Wolga et Orenbourg sur le Jaïk, vraisemblablement aussi au sud-est jusqu'au

cours inférieur du Sihoun (Iaxartes) et de l'Amou (Oxus des géographes anciens). Cette concavité de l'ancien monde est un *pays cratère*, comme le sont sur la surface lunaire les taches appelées Hipparque et Archimède : c'est un creux dont la formation paraît être en rapport intime avec le soulèvement du Caucase, du plateau de la Perse, et de cet énorme massif que l'on désigne par le nom bien vague et bien incorrect de plateau de l'Asie centrale, sur les limites de la Songarie chinoise et de la steppe des Kirghises. C'est à Ust-Kamenogorsk, à Semipolatinsk et à Orenbourg, où arrivent tant de caravanes de l'intérieur, que M. de Humboldt s'est efforcé d'obtenir des Tatars, des Boukhares et des Tachkendis, des itinéraires et des informations sur les contrées voisines de leur pays. Les voyages à Thourfan, Aksou, Khoten, Jerkend et Kachemir, sont assez rares : mais Kachgar, le pays situé entre l'Altaï et la pente septentrionale des monts Célestes; Gouldja, sur les rives de l'Ili (lieu d'exil des grands de la cour et des ministres chinois), Khokand, Boukhara et Samarkand, sont aujourd'hui fréquemment visités par des marchands et commis voyageurs, de race asiatique, établis dans la Sibérie méridionale.

Nous ne pouvons suivre M. de Humboldt dans le détail de ces renseignements géographiques, qui se lient à ceux que MM. Abel-Remusat et Klaproth ont tirés de la connaissance approfondie des ouvrages de statistique chinois et mantchoux. Nous dirons cependant que la partie moyenne de l'Asie ne formant ni un immense nœud de montagnes, ni un plateau continu, est traversée de l'est à l'ouest par quatre grands systèmes de montagnes, qui ont influé puissamment sur les migrations des peuples et leur état de société. Ce sont : l'*Altaï*,

qui n'est aucunement lié par une chaîne continue (le fabuleux Alghidin Tsano de nos cartes), dans la steppe des Kirghises, à la chaîne de l'Oural; les *monts Célestes* (Thian-chan, Mouz-tagh ou Moussour des Tatars, dont le point culminant est le Bokhda-oola ou Bogdo), entre la Songarie et la petite ou plutôt la haute Boukharie; le *Kuenlun* ou Koulkoun, entre la haute Boukharie (le pays de Kachghar, Jerkend, et Khoten) et le Tubet; enfin *Himalaya*, le plus étendu et le plus développé de tous. Le troisième et le quatrième de ces systèmes sont pour ainsi dire réunis et confondus dans les grands nœuds de montagnes du Badakhchan, du petit Tubet et de Kachghar. En deçà des 69^{e} et 70^{e} degrés de longitude, il n'y a qu'une seule chaîne, celle de l'Hindou-kho, qui s'abaisse rapidement vers Herat, et se relève de nouveau plus à l'ouest dans le volcan du Demavend. Du plateau de l'Iran, qui, dans sa plus grande étendue (de Tehran à Chyraz), conserve une hauteur moyenne de 1300 mètres, la chaîne de l'Hindou-kho envoie, en se bifurquant à la manière des filons, vers l'Indostan et le Tubet, deux branches, ou plutôt deux crevasses sur lesquelles ont été soulevés l'Himalaya et le Kuenlun.

L'espace intermédiaire comprenant le Katchi, le Tubet et le pays de Ladak, est un plateau presque continu, traversé par un réseau de petits chaînons, dont la direction et l'origine rappellent aussi les phénomènes variés de la formation des filons. Entre Kachemir, Ladak et Badakchan, dans le méridien d'Attok, l'Himalaya semble ne former qu'un même et grand massif avec le Hindou-kho, le Kuenlun et le Tsoungling. Ce dernier se prolonge, sous le nom de Bolor, du sud au nord; réunit à angle droit les deux grands systèmes de montagnes du Kuenlun ou Tubet septentrional, et du

Mouz-tagh ; ferme comme un mur à l'ouest le plateau de la Petite ou Haute-Boukarie, et offre (d'après les idées ingénieuses de M. Élie de Beaumont), par sa direction même, analogue à celle de l'Oural, une chaîne de montagnes d'un âge relatif très-différent de l'âge des systèmes plus ou moins parallèles à l'équateur. Aucune partie du monde, sans même en excepter l'Afrique méridionale, n'offre une masse de terres aussi étendue soulevée à une si grande hauteur que l'Asie intérieure, depuis le Kachemir et les lacs sacrés du Tubet, jusqu'à la chaîne neigeuse du Kingkhan. L'axe principal de cet exhaussement, qui probablement a précédé l'éruption des chaînes sorties sur des fentes allant de l'est à l'ouest, est dirigé du sud-est au nord-est. C'est dans cette direction oblique que se trouvent les immenses et hauts plateaux du Gobi, du Tangout, du Khoukhan-noor, des sources du Jeniseï, de la Selenga et de l'Amour; mais ces plateaux ne remplissent pas, comme on le suppose vaguement, toute l'Asie moyenne, entre les 36° et 50° de latitude. Les productions et les genres de culture de la petite Boukharie, celles des pays remplis de lacs, entre les monts Célestes et l'Altaï, prouvent que, dans l'Asie moyenne ou centrale, à l'est du méridien de Fyzabad ou d'Attak, il y a de vastes régions moins élevées au-dessus du niveau de l'Océan que ne le sont, dans l'intérieur de l'Europe, les plaines de la Bavière, du canton de Berne ou de l'Espagne. M. de Humboldt n'a trouvé tout le terrain, qui du pied de l'Altaï s'étend vers la Songarie chinoise, qu'à 300 ou 350 mètres de hauteur absolue; cependant ce terrain est bien central, car il y a de là également six à sept cents lieues (de 25 au degré) à la mer Glaciale et au golfe du Bengale, et huit à neuf cents lieues à

la mer Noire et à la mer du Japon. Depuis qu'on multiplie les mesures barométriques précises, beaucoup de fausses idées sur la configuration du sol, fondées sur des considérations vagues de climatologie et d'hydrographie, et répandues sous des formes dogmatiques dans nos traités de géographie, s'évanouissent peu à peu.

Après avoir jeté un coup d'œil général sur la constitution géologique de l'Asie, M. de Humboldt examine ce que l'on sait aujourd'hui avec certitude, d'après les itinéraires et les ouvrages chinois et mantchoux, sur les phénomènes volcaniques encore actifs dans l'intérieur de l'Asie, à de grandes distances des côtes. Les points les plus remarquables sont les volcans de Péchan et de Hotcheou, et la solfatare d'Oroumtsi, placés sur la pente septentrionale et méridionale de la chaîne neigeuse du Mouztagh ou des monts Célestes, les environs du lac Alakoul et les crevasses de Khobok où l'on recueille le sel ammoniac.

Le volcan Péchan (appelé aussi Hochan ou Aghie, *montagne de feu*), situé par les 42°,25′ ou 42°,35′ de latitude, est celui dont l'éruption au septième siècle de notre ère est le mieux constatée. Les relations qui parlent de cette éruption de laves « coulant comme une graisse liquide » sont de l'an 647 de J. C., du temps de la dynastie chinoise des Thang, alors possesseurs tranquilles de la petite Boukharie et de la Songarie. « La montagne vomit, disent ces relations, sans interruption, du feu et de la fumée. C'est de là aussi que vient le sel ammoniac. Sur une des pentes du Péchan, toutes les pierres brûlent et coulent à une distance de quelques dizaines de *lis*. La masse en fusion durcit à mesure qu'elle se refroidit. » D'autres passages d'historiens chinois qui décrivent la marche d'une

armée des Hioungnou au premier siècle de notre ère, parlent « de masses de pierres en fusion. » Le Péchan n'était donc pas alors une solfatare, mais un volcan actif comme l'Etna et le Vésuve; c'était un volcan à coulées de laves, et tellement central, que son éloignement à la mer Caspienne, à la mer Glaciale, aux mers du Sud et de l'Inde, dans toutes les directions, est de cinq à six cents lieues (de 25 au degré). Encore en 1777, la *Description de l'Asie*, publiée à Pékin, rapporte que «la montagne d'ammoniaque, au nord de la ville de Koutché, offre des cavernes et des crevasses dont les ouvertures sont remplies de feu, de sorte que pendant la nuit elle paraît comme illuminée par des milliers de lampes. » A l'est du volcan Péchan (*le mont Blanc* du pays des Éleuts), toute la pente septentrionale du grand système des *monts Célestes* (Thianchan ou Mouzthag) présente « des laves, des pierres ponces, et des solfatares que l'on nomme des *lieux brûlants*, et dont la plus grande, celle d'Ouroumtsi, a huit lieues de circonférence. Si l'on jette une pierre dans ce bassin, il s'en élève des flammes. » Sur la pente méridionale de la chaîne des monts Célestes, à 175 lieues de distance du volcan Péchan, se trouve un autre volcan actif, celui de Tourfan ou de *Hotcheou*, volcan de la *ville de feu*, ville dont les ruines se voient encore à trois lieues de Tourfan. M. Abel Rémusat, dans son *Histoire de Khoten*, et dans la *Lettre à M. Cordier*, a déjà parlé de ce volcan. « Il en sort tous les jours une flamme semblable à celle d'un flambeau. » A 75 lieues au nord-ouest de la solfatare d'Ouroumtsi, dans une plaine voisine de la rivière de Kobok, s'élève une colline dont les fentes sont très-chaudes et offrent des croûtes de sel ammoniac sublimé. Une montagne conique qui s'élève dans le lac Alakoul, et qui, d'après les rapports de Boukhares, recueillis

à Orenbourg, a jadis vomi du feu ; les sources chaudes à l'est ; le gouffre d'Ouybé, duquel sort un vent chaud d'une force extraordinaire ; enfin, les tremblements de terre, très-communs entre les lacs Balcachi, Alakoul et la pente méridionale des monts Célestes, se lient aux phénomènes que nous venons de décrire rapidement.

M. de Humboldt croit que la grande dépression de l'Asie, dont l'Aral et la Caspienne sont les parties les plus basses, a peut-être des rapports intimes avec l'origine et la position de volcans si éloignés de l'Océan. La circonstance remarquable du voisinage de la mer partout où les volcans sont encore en activité, semble tenir moins à l'action chimique de l'eau qu'à la configuration de la croûte oxydée du globe et au défaut de résistance que dans le voisinage des bassins maritimes les masses soulevées opposent aux fluides élastiques et à l'issue des matières en fusion dans l'intérieur de notre planète. De véritables phénomènes volcaniques peuvent se manifester, comme dans l'ancien pays des Éleuts et à Tourfan, partout où, par d'anciennes révolutions, une fissure dans la croûte du globe s'est ouverte loin de la mer. Les volcans en activité ne sont rarement éloignés des côtes que parce que là où l'éruption n'a pu se faire sur la déclivité des masses continentales vers un bassin maritime, il a fallu un concours de circonstances très-extraordinaire pour permettre une communication permanente entre l'intérieur du globe et l'atmosphère, et pour former des ouvertures qui, semblables à des sources thermales intermittentes, épanchent, au lieu d'eau, des gaz et des terres oxydées en fusion, c'est-à-dire, des laves.

L'auteur a présenté à l'Académie l'esquisse d'une carte qui montre la direction des quatre grands systèmes de montagnes de l'Asie centrale et le terrain volcanique qui s'étend depuis

la pente méridionale des monts Célestes à l'est des pics du Bogdo jusqu'au lac Darlai. C'est la première sur laquelle on trouve l'indication des volcans de l'intérieur, et des hauteurs du sol au-dessus du niveau de l'Océan.

M. de Humboldt, en offrant à l'Académie la fin du 3e volume de la *Relation historique de son voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent*, a annoncé que de l'ensemble de ses publications sur l'Amérique, qui renferment plus de treize cents planches, il ne reste plus à faire paraître qu'un seul volume de la Relation historique, et quelques feuilles du *Recueil d'observations de zoologie et d'anatomie comparée*, dans lesquelles M. Valenciennes terminera la description des coquilles fluviatiles et marines, trouvées par MM. de Humboldt et Bonpland, dans l'intérieur du Mexique et sur les côtes de la mer du Sud. C'est ainsi que cette grande entreprise, uniquement soutenue par la bienveillance du public et souvent interrompue, sera enfin terminée. Elle forme déjà dans la grande édition 28 volumes, dont 17 in-folio et 11 in-quarto. On ajoutera des tables de matières très-étendues qui offriront, à chaque article de botanique, de géographie, de météorologie, de magnétisme terrestre ou de géographie astronomique, ce qui a rapport soit à l'Amérique équinoxiale seule, soit à la physique du globe en général. Voici l'indication des ouvrages publiés successivement par MM. de Humboldt, Bonpland et Kunth, et qui forment la collection entière :

Essai sur la géographie des plantes, plus amplement développé dans un ouvrage latin portant le titre de *Prolegomena de distributione geographica plantarum secundum*

cœli temperiem et altitudinem montium, dans un mémoire sur les *rapports numériques* qu'offrent les différentes familles de végétaux à la masse entière des phanérogames, caractérisant la distribution des formes végétales sous chaque climat, enfin pour la *physionomie* des plantes, dans un mémoire inséré dans le second *volume* des *Tableaux de la nature*.

Plantes équinoxiales, par M. Bonpland.

Monographie des Rhexia et *des Mélastomes*, par M. Bonpland.

Familles des mimosacées et des légumineuses.

Graminées rares de l'Amérique équinoxiale.

Nova genera et species plantarum, avec un *synopsis* sous forme d'extrait.

Ces 10 volumes de botanique descriptive, dont les 6 derniers ont été rédigés par M. *Kunth*, correspondant de l'Académie des Sciences et second directeur du Jardin botanique à Berlin, sont accompagnés de figures gravées d'après les beaux dessins de M. Turpin.

Recueil d'observations astronomiques, avec un nivellement barométrique et géognostique de la Cordillière des Andes, publié par MM. de Humboldt et Oltmanns. La partie géognostique est plus amplement développée dans l'*Essa sur le gisement des roches dans les deux hémisphères.*

Tableau physique des régions équinoxiales. Toutes les observations qui ont rapport au *magnétisme terrestre* (à l'inclinaison, la déclinaison et l'intensité des forces magnétiques

décroissantes, selon des lois très-compliquées en apparence, de l'équateur aux pôles) se trouvent exposées dans les additions du troisième volume de la relation historique qui vient de paraître, tandis que la climatologie ou distribution de la chaleur à la surface du globe a été traitée séparément par M. de Humboldt dans son mémoire sur les *lignes isothermes*.

Vues des Cordillières et monuments des peuples indigènes de l'Amérique.

Essai politique sur la Nouvelle-Espagne, avec un atlas géographique et physique renfermant les coupes du plateau central.

Essai politique sur l'île de Cuba, auquel est joint un mémoire sur la géographie astronomique des Antilles et les moyens de perfectionner les *tables de positions,* en indiquant les limites probables entre lesquelles, dans l'état actuel de nos connaissances, oscille chaque position.

Relation historique du voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent, avec un *atlas géographique* et *physique,* et l'analyse raisonnée des matériaux à l'aide desquels les cartes de l'Amérique méridionale ont été construites.

M. de Humboldt, en présentant cet exposé de ses travaux, a voulu prouver à l'Académie dans laquelle il a siégé si longtemps, qu'il ne se livrera pas à de nouvelles entreprises ni à la publication du *Tableau physique et géognostique du Nord-Ouest de l'Asie*, sans avoir tiré parti de tous les matériaux recueillis dans les régions tropicales conjointement avec son malheureux ami M. Bonpland.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

M. Flourens annonce qu'il se propose de développer, dans une suite de mémoires, les modifications que les résultats de ses nombreuses expériences sur l'encéphale lui paraissent devoir introduire, soit dans les *opérations chirurgicales* que l'on pratique sur cet organe, soit dans les *opinions* que l'on s'est faites de la plupart de ses maladies. Il commence, dans un premier mémoire, par l'examen du mécanisme selon lequel agissent les *épanchements cérébraux.*

L'épanchement d'un liquide ne peut agir *mécaniquement,* sur un organe solide, que par *compression;* et cette compression ne peut être portée au point de déterminer une altération sensible de la structure et des fonctions de l'organe, si le liquide n'est comprimé lui-même. D'où il suit, relativement au cerveau, qu'un épanchement ne saurait le comprimer de manière à produire de pareils effets, si le crâne et la dure-mère sont enlevés.

Le mécanisme de l'action de tout épanchement cérébral ne serait donc qu'une *pression transmise,* et c'est ce que M. Flourens cherche à prouver par l'expérience. A cet effet, il a dû s'attacher à ne pas compliquer les *épanchements* qu'il produisait avec une *lésion* ou *blessure cérébrale.*

Il a commencé par chercher, à l'imitation de quelques physiologistes, à produire des *épanchements* par l'ouverture des sinus longitudinaux, soit antérieur ou *cérébral,* soit postérieur ou *cérébelleux.* Mais il a bientôt reconnu que ces *épanchements,* s'opérant avec une extrême difficulté, et étant toujours assez peu abondants, ne pouvaient déterminer des

effets suffisamment marqués, et tels qu'il les fallait pour s'élever enfin jusqu'au véritable mécanisme de leur action, attendu que la seule pression exercée sur eux par le cerveau qui les pousse contre le crâne, en arrête bientôt l'hémorragie; et qu'en revenant ainsi à plusieurs reprises dans le crâne pour en renouveler l'ouverture, on court le risque de blesser plus ou moins la substance cérébrale.

M. Flourens a donc cherché à produire des *épanchements* par une autre méthode, qui consiste à injecter une certaine quantité de liquide entre le crâne et le cerveau, par une ouverture faite au crâne; mais il a bientôt reconnu encore que, quelques précautions que l'on prenne, même celle qu'il indique, de diriger le jet du liquide vers les parois internes du crâne et non vers le cerveau, on blesse toujours plus ou moins cet organe.

Il fallait donc recourir à un troisième procédé, et M. Flourens a eu recours à l'ouverture des artères du cerveau.

En ouvrant l'une des artères superficielles, il a toujours vu s'opérer des épanchements rapides et abondants, et tous les *effets* ou *symptômes* de la compression du cerveau survenir sur-le-champ, dès que l'épanchement avait acquis une certaine étendue; tous ces *effets* disparaître aussi sur-le-champ, dès que le crâne et la dure-mère étaient enlevés.

De plus, les *effets* ou *symptômes* de la compression du cerveau répondaient toujours aux fonctions propres des diverses parties de cet organe sur lesquelles l'épanchement portait. Ainsi, M. Flourens ouvrait-il l'artère superficielle d'un lobe cérébral, un épanchement abondant gagnait ce lobe; il passait à l'autre, et aussitôt l'animal tombait dans la stupeur, perdait la vue, etc. L'épanchement gagnait-il le cervelet, l'ani-

mal perdait l'équilibre de ses mouvements de locomotion; gagnait-il la moelle allongée, l'animal éprouvait des convulsions universelles; et, parvenu à ce point, si le crâne et la dure-mère étaient enlevés, l'animal reprenait aussitôt, avec une rapidité surprenante, toutes ses fonctions; les convulsions, le désordre des mouvements, la stupeur, tout disparaissait.

Les épanchements cérébraux ne compriment le cerveau au point d'altérer ses fonctions que lorsqu'ils sont parvenus à une certaine étendue, parce que le cerveau a une *force de ressort propre*, laquelle résiste à une certaine pression, et que l'altération des fonctions du cerveau ne survient que quand l'altération de l'organe lui-même est portée à un certain point; et la pression est si bien la cause de tous ces effets, que la seule ablation du crâne et de la dure-mère suffit pour les abolir sur-le-champ, et indépendamment de l'évacuation de l'épanchement, ou avant que cette évacuation ait été produite.

De tous ces faits, M. Flourens conclut que le trépan, c'est-à-dire l'ablation du crâne et de la dure-mère, détruit l'action des épanchements, non-seulement parce qu'il leur donne issue, mais parce qu'il enlève les *parties qui les compriment.*

Tout le monde sait que le tissu cérébral a la faculté singulière de s'*épanouir* ou de se *gonfler*, et, par suite, de former à travers ses enveloppes rompues ou enlevées (ou même simplement affaiblies) une *proéminence* que l'on nomme *exubérance* ou *hernie cérébrale.*

Les chirurgiens et les anatomistes ont longtemps pris ces *exubérances* pour des *végétations de la dure-mère*, pour des

sucs endurcis, etc.; et, en conséquence, ils ont longtemps fait une règle de leur extirpation; aussi les malades traités d'après cette règle *restaient-ils souvent hébétés,* comme le remarque Louis.

M. Flourens s'est proposé de déterminer, dans un second mémoire: 1° le *mécanisme* selon lequel les *exubérances* du cerveau se forment; 2° le *moyen physiologique* de les prévenir; et 3° le genre de *force* qui les produit.

Le crâne et la dure-mère étant enlevés sur un point donné, il se forme bientôt, en ce point, une *exubérance,* quoique la substance du cerveau n'ait point été lésée. Cette *proéminence* est beaucoup plus grande quand il y a eu, en même temps, lésion du tissu cérébral; et quand le crâne seul a été enlevé, et que la dure-mère subsiste, l'*exubérance* tout à la fois se forme plus lentement, et demeure moins développée que dans les deux cas précédents.

M. Flourens en conclut, contre l'opinion de plusieurs chirurgiens habiles, que le *gonflement* du cerveau a lieu indépendamment de la *lésion de sa substance;* qu'il a lieu malgré l'existence de la dure-mère, et que c'est surtout lorsque la substance du cerveau est *lésée, que le gonflement de cet organe prend toute son étendue.*

Ainsi, la *cause* qui produit les *exubérances* est l'*impulsion interne* du système vasculaire à laquelle le tissu cérébral cède.

Cette *force impulsive,* qui, dans le cas d'épanchement, pousse le sang entre le cerveau et ses enveloppes, est la même qui pousse sans cesse le sang dans l'intérieur de cet organe, quand elle agit *de dedans au dehors.* En poussant le sang dans son intérieur, elle tend à le *gonfler,* et le *gonfle* en effet, dès que les enveloppes qui le soutiennent lui man-

quent dans un point donné de son étendue; et, comme elle ne le peut sans agiter toutes ses molécules d'une sorte d'oscillation intime et continuelle, c'est un nouveau mouvement de cet organe à ajouter à ceux qui déterminent en lui, soit les mouvements de la respiration, soit le battement des artères.

Une *exubérance* cérébrale n'étant, comme il vient d'être dit, que l'*expansion* d'un point donné du cerveau, due au *défaut de répression*, sur ce point, par les enveloppes, il s'ensuit que, si les enveloppes manquaient à tout le cerveau tout à la fois, ce ne serait plus une *expansion partielle*, ou une *exubérance* proprement dite, qui aurait lieu, mais une *expansion générale*, et qui comprendrait le cerveau en masse.

Ainsi, dans l'état naturel et normal, il ne peut se former d'*exubérance*, parce que le cerveau est *également contenu partout*, et, dans le cas de l'ablation totale des enveloppes, il ne peut s'en former aussi, parce que le cerveau cesse *également d'être contenu partout*.

De plus, les *exubérances* se compliquent quelquefois de l'*étranglement* opéré par le bord de l'ouverture des enveloppes. Or, cet *étranglement*, qui accroît les *exubérances*, parce qu'il *lèse* leur tissu, a surtout lieu quand l'ouverture des enveloppes est petite; il a moins lieu quand cette ouverture est grande, et l'on conçoit qu'il ne saurait plus avoir lieu du tout, dans le cas de l'ablation totale des enveloppes.

A ne considérer donc que le côté physiologique du phénomène, on voit que l'ablation totale des enveloppes est le moyen direct et de prévenir et de réprimer *absolument* les exubérances; et, à considérer le côté pratique, on voit qu'on approchera d'autant plus de cette *répression absolue* que

l'ouverture des enveloppes sera plus grande; et de là résulte le bon effet des grandes ouvertures de trépan contre les *exubérances;* bon effet déjà remarqué par Quesnay, mais qui n'avait point été expliqué encore.

On se souvient des expériences par lesquelles M. Flourens a montré qu'en retranchant successivement diverses parties du cerveau, on abolit successivement ses diverses fonctions; et qu'ainsi chaque partie distincte de cet organe a sa fonction propre.

On se souvient aussi qu'il a montré, par d'autres expériences, que certaines substances, bien qu'introduites dans les voies digestives, n'en portent pas moins leur action, soit sur l'encéphale entier, soit sur telle ou telle partie de l'encéphale, et que, dans tous ces cas, l'effet de chaque substance sur chaque partie est absolument le même que celui de la lésion mécanique de cette partie.

Dans un troisième mémoire sur le cerveau, présenté cette année, M. Flourens a procédé d'une manière différente. Il a appliqué immédiatement certaines substances sur les diverses parties du cerveau mises à nu; celles dont les effets lui ont paru tout à la fois et les plus marqués, et les plus opposés, sont l'huile essentielle de térébenthine, l'opium et l'alcool.

Ayant appliqué de l'essence de térébenthine sur les lobes cérébraux d'un lapin, il a vu au bout d'un certain temps l'animal, tantôt s'élancer brusquement en avant, tantôt tourner rapidement sur lui-même; il criait, il grinçait des dents, etc. On l'eût dit dans un accès de *manie furieuse.*

L'ayant appliquée sur le cervelet, l'animal s'est mis à courir et à sauter avec beaucoup d'agilité.

L'effet de l'essence de térébenthine est donc d'*exalter* l'influence de ces deux organes sur le reste de l'économie.

L'effet de l'opium est inverse. Dans le cas où on l'applique sur les lobes cérébraux, l'animal devient immobile, et d'une immobilité telle qu'aucune excitation ne peut le déterminer seulement à changer de place, etc.; et quand on l'applique sur le cervelet, l'animal ne marche plus qu'avec peine, lenteur, en se traînant, et jamais il ne court.

L'opium a donc pour effet de *ralentir* ou *diminuer* l'action de ces mêmes organes que l'essence de térébenthine *exalte*.

Quant à l'effet de l'alcool, il est, à une moindre intensité près, à peu près pareil à celui de l'essence de térébenthine. Mais un effet curieux est celui qui résulte de la substitution de l'essence de térébenthine à l'opium; car alors la stupeur et l'immobilité sont bientôt remplacées par l'*exaltation*, l'animal reprend ses mouvements, puis de l'agitation; les effets opposés se modifient et se neutralisent les uns par les autres.

Ainsi, chacune de ces substances, immédiatement appliquée sur telle ou telle partie du cerveau, a une action propre; de plus, cette action varie pour chaque partie comme la fonction de cette partie, telles que les expériences précédentes de M. Flourens les avaient déterminées.

Cette *excitation artificielle*, outre qu'elle est un moyen expérimental de plus, mérite une attention particulière en ce qu'elle a permis à l'auteur d'imiter jusqu'à un certain point l'*exaltation* des fonctions de l'encéphale, dans certaines affections de cet organe, telles que les *folies* ou les *manies*.

M. Moreau de Jonnès s'est livré à quelques recherches statistiques sur les générations dont se compose la population de plusieurs États de l'Europe, et sur les variations de nombre qu'on observe d'un pays à l'autre.

Les enfants de 5 ans et au-dessous constituent en général du 7e au 8e de la population totale : en Angleterre et en Irlande, ils sont plus nombreux; en France, ils le sont moins.

De cinq à dix ans les variations sont analogues. L'Irlande est le pays où il y a le plus d'enfants de cet âge; la France est celui où il y en a le moins. La Suède, qui possède beaucoup plus d'enfants du premier âge que la France, n'en a pas plus qu'elle du second, ce qui prouve l'influence funeste d'un climat froid sur les premiers temps de la vie.

De dix à quinze ans, le nombre relatif des enfants diminue dans les Iles Britanniques, il reste presque stationnaire en Suède et en France.

La classe la moins variable de toutes est celle des personnes de vingt à trente ans; elle est partout d'environ le sixième de la population.

L'auteur poursuit ainsi ses recherches d'âge en âge, jusqu'au déclin de la vie, et il constate que c'est la France qui possède le plus d'individus de soixante à soixante-dix ans. Toutes proportions gardées, les Iles Britanniques en ont un tiers de moins, et l'Irlande n'en a que la moitié de ce qu'on trouve en France.

Le travail de M. Moreau de Jonnès est accompagné de nombreux tableaux numériques, disposés de manière à offrir des résultats comparatifs pour chaque pays et pour chaque âge de la vie.

M. Benoiston de Chateauneuf a cherché à déterminer l'influence exercée par certaines professions sur le développement de la phthisie pulmonaire. Il a été conduit à s'occuper de ce travail à l'occasion d'une grande mortalité attribuée à un genre d'industrie particulière à une petite commune du département de Loir-et-Cher, où l'on exploite la pierre à fusil.

L'auteur énumère avec détail quarante professions qui exposent ceux qui les exercent, soit à une atmosphère chargée de poussières de diverse nature, soit à des mouvements pénibles pour l'acte de la respiration, et il les distribue en sept classes. D'après des relevés nombreux faits dans les registres des hôpitaux, il cherche à établir la moyenne des décès par la phthisie dans chacune de ces professions, et il conclut, des faits nombreux qu'il a recueillis, que c'est surtout au mode d'exploitation de la pierre à fusil, et à l'air vicié que respirent les ouvriers dans les galeries d'où on l'extrait, qu'il faut attribuer la grande mortalité de la commune de Meusnes, mais que la poussière siliceuse qu'aspirent ceux qui taillent et façonnent la pierre, ne prédispose pas à la phthisie plus que les autres professions où l'on respire également des molécules suspendues dans l'atmosphère.

M. Larrey et M. le professeur Roux ont fait connaître les principaux faits de chirurgie que les combats livrés dans Paris, au mois de juillet, leur ont donné lieu d'observer. La nature très-variée des projectiles, la distance peu considérable à laquelle les coups étaient portés, ont produit des blessures différentes de celles qu'on observe en général sur les champs

de bataille, et sont devenues pour ces deux savants chirurgiens le sujet de développements instructifs et de considérations intéressantes pour l'art de la chirurgie.

L'Académie a été entretenue, à l'occasion d'un mémoire de M. Delpech, des essais malheureux que quelques chirurgiens ont tentés pour l'extirpation totale de l'utérus cancéreux. Cette ablation d'un organe aussi important que l'utérus peut être faite dans deux cas : lorsqu'il est encore en place, dans ses rapports avec les organes voisins, ou bien lorsque la nature en a elle-même opéré le déplacement, et que la matrice, faisant saillie au dehors, est frappée d'engorgement ou de gangrène. Les commissaires de l'Académie n'ont point hésité à refuser leur assentiment à l'opération pratiquée dans le premier cas, et l'issue malheureuse de l'essai tenté par M. Delpech n'est pas de nature à faire changer d'avis sur ses dangers. Quant au second cas, la perte de l'utérus déplacé a pu être supportée sans entraîner la mort des malades. L'observation que M. Delpech a envoyée s'ajoute au nombre déjà assez grand de faits semblables que possède la chirurgie.

M. Velpeau a présenté un mémoire où il propose de faire revivre et d'appliquer à un grand nombre de cas une opération aujourd'hui abandonnée, et qui consiste à séparer la jambe d'avec la cuisse dans l'articulation du genou. Il s'efforce de combattre les objections que l'on a élevées

contre cette opération, et de démontrer qu'on doit lui accorder la préférence sur l'amputation de la cuisse à son quart inférieur, et sur celle de la jambe dans l'épaisseur des condyles du tibia.

M. Moreau de Jonnès a fait connaître le résultat des documents officiels sur la marche et sur les progrès de quelques maladies contagieuses.

La peste qui a ravagé pendant ces six dernières années la Valachie et la Moldavie, et dont les événements militaires avaient favorisé le développement, a été arrêtée ou circonscrite par les mesures efficaces que la paix a permis de prendre, telles que la séquestration des malades dans les lazarets, l'interdiction de toute communication avec les lieux infectés, la purification des marchandises, etc.

Les mêmes moyens ont eu les mêmes résultats en Syrie, où le pacha de Saint-Jean d'Acre est parvenu à arrêter le développement de la peste, et en Chypre, où les autorités turques ont réussi depuis trois ans à empêcher l'apparition de ce fléau.

La petite vérole s'est manifestée au mois de mars dans l'île de Malte, et s'est propagée avec une violence et une rapidité extraordinaires. Sur 5213 habitants qui en ont été attaqués, 711 ont succombé.

La fièvre jaune dont les irruptions ont été si multipliées aux Antilles, qu'on pouvait croire qu'elle y était endémique, a enfin cessé de les ravager. Elle n'a paru à la Martinique et à la Guadeloupe ni en 1829, ni en 1830.

Elle a continué de sévir à la Nouvelle-Orléans, où l'on persiste à ne prendre aucune précaution sanitaire; enfin, ce qui est plus rare, elle a envahi et ravagé la colonie française du Sénégal. Elle éclata au milieu du mois de juin dans l'île de Gorée; et deux mois plus tard dans l'île Saint-Louis, située à 40 lieues de Gorée, dans le lit du Sénégal. Sur 700 Européens existants dans l'île, il en avait péri 360 le 12 novembre dernier, et la maladie n'était pas encore totalement éteinte.

M. Larrey a communiqué à l'Académie le résultat de l'examen qu'il a fait d'un homme de l'Amérique septentrionale, âgé de 42 ans, et réduit à un état de décrépitude et de maigreur dont on a peine à se faire une idée. Cet individu attribue sa maladie à un séjour prolongé qu'il a fait dans un lieu humide et voisin de la mer. Il a perdu depuis 6 ou 7 ans, environ deux pouces et demi de sa hauteur; et sa maigreur est telle, qu'il offre l'aspect d'un squelette revêtu uniformément et immédiatement d'une toile cirée. Les muscles se dessinent à peine sous la forme de petites cordes aplaties, mais ils n'ont point perdu leur contractilité; les battements du cœur sont très-petits et concentrés; les dents sont déchaussées, et de couleur terne; la voix est faible et grêle; la tête est recouverte d'une chevelure courte, rare et presque entièrement blanche; les excrétions se font régulièrement.

Malgré cet état de débilité apparent, les facultés intellectuelles sont intactes chez le sujet qui nous occupe; ses fonctions sensitives et locomotrices ne sont point altérées; il est

agile, et soulève de pesants fardeaux ; enfin les organes de la génération ne participent en rien de l'atrophie des muscles; et cet homme a eu, depuis qu'il est en cet état, quatre enfants, dont trois se portent bien.

AGRICULTURE.

M. Jaume-Saint-Hilaire a lu un mémoire sur les moyens de reconnaître la nature des terres qui, sans culture et sans engrais, sont plus ou moins favorables à la nourriture et à la croissance des végétaux. Il pense que les diverses espèces de terres, dans leur état primordial, ont des facultés particulières pour nourrir telles ou telles plantes, et que la connaissance exacte de ces facultés mettrait à même de donner à ces sortes de terres les semences qui leur conviendraient spécialement. Dans ce but, l'auteur a recherché les éléments de ces terrains, et il a fait, sous l'inspection de M. Vauquelin, l'analyse de deux espèces de terres qu'il a recueillies aux environs de Paris. Il conclut de ses analyses et de plusieurs autres que la mort de Vauquelin ne lui a pas permis de terminer, 1° que toutes les terres sont composées de silice, d'alumine, de chaux, de magnésie, etc., dans des proportions différentes, et de plus, d'une matière végéto-animale d'autant plus abondante qu'elles sont plus propres à la nourriture des plantes. 2° Que les plantes placées dans des terres dont les parties constituantes ont de l'analogie avec la nature particulière de ces plantes, n'épuisent pas le terrain. 3° Qu'une suite d'observations sur différentes espèces, genres

et familles, qui, croissant naturellement et en grand nombre, se perpétuent sur certaines terres, et l'analyse de ces mêmes terres, pourraient être d'une grande utilité à l'agriculture. Sans nier l'avantage que l'agriculture pourrait retirer de ce genre de recherches, les commissaires de l'Académie ont cru devoir faire observer, que s'il convient de connaître la composition des terres, c'est surtout afin d'y ajouter les qualités nécessaires pour leur faire produire ce que les besoins de la consommation obligent de leur confier.

HISTOIRE

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES DE L'INSTITUT DE FRANCE.

ANALYSE

Des Travaux de l'Académie royale des Sciences, pendant l'année 1831 [1].

PARTIE PHYSIQUE.

CHIMIE.

Depuis la découverte remarquable de l'acide perchlorique ou oxychlorique et des perchlorates par le comte de Stadion, il n'avait été presque rien ajouté à l'histoire de ces substances,

(1) Cette analyse comprend les Mémoires lus et les ouvrages publiés par MM. les Académiciens, ainsi que les rapports faits par eux pendant l'année, sur les Mémoires présentés à l'Académie par des savants qui n'en sont point membres. On s'est servi, pour la rédaction de cet écrit, des notes préparées par M. Cuvier; et si M. Frédéric Cuvier n'eût déclaré que son frère était dans l'intention de les retoucher, on les aurait imprimées sans aucun changement.

sans doute à cause du danger qui accompagnait leur préparation.

Un de nos plus laborieux confrères que la mort a frappé au moment où son talent venait d'acquérir toute sa maturité, M. Sérullas, a imaginé de nouveaux moyens de se procurer ces composés, et leur a reconnu des propriétés d'une application avantageuse.

En se livrant aux recherches sur l'acide chlorique dont il est fait mention dans l'analyse de 1830, M. Sérullas a constaté de nouveaux phénomènes qui avaient échappé à l'observation. Cet acide, soumis à la distillation, donne, en effet, un mélange d'oxygène et de chlore à l'état gazeux, comme on l'avait déjà remarqué; mais, lorsque le liquide, dans la cornue, est arrivé à son maximum de concentration, ce qui passe dans le récipient est de l'acide hyperchlorique, et non de l'acide chlorique comme on le supposait; on n'en peut douter puisque, combiné avec la potasse, il reproduit un sel identique avec le perchlorate décrit par le comte de Stadion.

C'est un fait bien remarquable, et qui se trouve confirmé par les recherches de M. Sérullas, que l'acide chlorique soit beaucoup moins stable que l'acide hyperchlorique. Celui-ci n'est décomposé, ni par l'acide hydrochlorique, ni par l'alcool, même à la température de l'ébullition; aussi n'enflamme-t-il pas le papier, à froid, comme le fait l'acide chlorique.

On conservait encore quelques doutes sur les proportions des éléments de l'acide perchlorique; M. Sérullas en a fait une nouvelle analyse, en déterminant la perte éprouvée par le perchlorate de potasse porté au rouge, et en ayant égard à la petite quantité de sel entraînée par le gaz oxygène

qui se dégage. Le résultat de cette analyse s'accorde parfaitement avec la composition annoncée par le chimiste de Vienne, c'est-à-dire : deux atomes de chlore et sept atomes d'oxygène.

Cet acide peut acquérir, par l'évaporation, une densité de 1,65 et être distillé sans altération. A ce degré de concentration, il répand des vapeurs peu épaisses, absorbe avec avidité l'eau hygrométrique, et bout plus tard que l'acide sulfurique, à 200° environ. Lorsqu'il est en ébullition, si l'on expose un morceau de papier sec à l'action de sa vapeur, le papier s'enflamme.

M. Sérullas est parvenu à l'obtenir cristallisé, en le mêlant avec quatre ou cinq fois son volume d'acide sulfurique concentré. Une grande partie de l'acide perchlorique est décomposée en chlore et oxygène, le reste se condense sur les parois refroidies du récipient et cristallise. Si l'on pousse trop loin l'opération, les cristaux sont redissous par l'eau qui provient de la portion d'acide décomposée. Ces cristaux, qui paraissent être des prismes quadrangulaires à sommets dièdres, répandent d'abondantes vapeurs dans l'air. Ils entrent en fusion à 45°, et le liquide qu'ils forment produit, en tombant dans l'eau, le même effet qu'un fer rouge. A l'aide de ce procédé, qui permet de se procurer si facilement l'acide perchlorique pur, M. Sérullas a pu préparer et étudier un grand nombre d'espèces de perchlorates. On les distingue aisément des chlorates, en ce qu'ils ne prennent pas, comme ceux-ci, une couleur jaune par l'action des acides sulfurique ou hydrochlorique. La différence de solubilité dans l'eau des perchlorates de potasse et de soude, l'insolubilité absolue des premiers, et la grande solubilité

du second dans l'alcool, fournissent un moyen très-exact et très-commode de distinguer et de séparer les sels de potasse des sels de soude. Le perchlorate d'argent, qui est lui-même soluble dans l'esprit-de-vin, devient un réactif précieux pour séparer complétement le chlorure de potassium du chlorure de sodium. Le perchlorate de barite présente le même avantage pour la séparation des sulfates de potasse et de soude. En versant de la potasse dans du perchlorate de soude, tout l'acide perchlorique est précipité; la soude reste libre dans le liquide.

On peut encore isoler un acide quelconque qui serait combiné avec la potasse; car l'acide perchlorique précipite cette base de toutes ses combinaisons salines, même du tartrate, quoique la solubilité du perchlorate de potasse soit de très-peu inférieure à celle du bitartrate de la même base.

En remarquant que l'acide perchlorique est plus stable que l'acide chlorique, et que le perchlorate de potasse est plus difficile à décomposer que le chlorate de la même base, M. Sérullas fut conduit à rechercher si, pendant la calcination de ce chlorate, il ne se formerait pas du perchlorate, à une certaine époque de l'opération. L'observation a confirmé cette conjecture. En suspendant l'action du feu au moment où la matière fondue paraît se solidifier, on trouve que cette masse solide, qui peut donner encore beaucoup d'oxygène par une température plus élevée, est formée de perchlorate de potasse et de chlorure de potassium, dont la séparation s'opère facilement par cristallisation. Le chlorate de potasse fournit ainsi presque la moitié de son poids de perchlorate. On se procure ensuite très-aisément de l'acide perchlorique, en précipitant la potasse par l'acide fluosilicique.

La préparation de cet acide est ainsi devenue une des plus faciles à exécuter.

La grande analogie qui se manifeste entre les propriétés du chlore et celles du brome pouvait faire présumer que l'on réussirait à combiner celui-ci avec le silicium, en substituant le brome au chlore dans le procédé imaginé par M. OErstedt pour obtenir les chlorures de silicium et d'aluminium. C'est, en effet, ce que M. Sérullas a confirmé par des expériences directes.

Le bromure de silicium est un liquide incolore d'une densité plus grande que celle de l'acide sulfurique, qui répand, dans l'air, des vapeurs très-épaisses, qui se solidifie à 12 ou 15°, bout à 148 ou 150°, et décompose l'eau avec chaleur. L'acide sulfurique concentré le convertit, après quelques jours de contact, en acide silicique et en brome. A une température peu élevée, le potassium agit vivement sur cette substance; il en résulte une détonation qui brise fréquemment les tubes.

On voit que, malgré l'analogie des deux composés formés par le silicium avec le chlore et le brome, il y a d'assez grandes différences entre leurs densités, leurs réactions sur le potassium, et les températures nécessaires pour leurs changements d'état.

Le bromure de magnésium s'obtient aussi par le même moyen; mais sa fixité et son peu de fusibilité rendent sa purification très-difficile. C'est une substance blanche, d'un aspect cristallin, qui attire fortement l'humidité et qui, plongée dans l'eau, développe beaucoup de chaleur.

En étudiant les propriétés du bromure de silicium, M. Sérullas a eu occasion de découvrir un composé remarquable

qui permet d'établir un nouveau rapprochement entre le brome et l'iode.

M. Gay Lussac, dans son grand travail sur l'iode, avait signalé, pendant la préparation de l'acide hydriodique par le phosphure d'iode et l'eau, la production d'une substance blanche, cristallisée en cube, avec l'apparence de la cire. M. Dulong avait reconnu, plus tard, que cette substance est composée d'acide hydriodique et d'hydrogène phosphoré. M. Houtou Labillardière en avait déterminé les proportions. M. Sérullas a trouvé que l'acide hydrobromique produit une combinaison analogue avec l'hydrogène phosphoré. Pour l'obtenir, il suffit de faire passer, sous une cloche contenant du gaz hydrogène phosphoré, une portion de bromure de silicium avec un peu d'eau. A mesure que l'acide hydrobromique se dégage, il absorbe l'hydrogène phosphoré, et l'on voit naître, sur les parois intérieures de la cloche, des cristaux cubiques transparents qui peuvent acquérir de grandes dimensions et qui ressemblent parfaitement à l'hydriodate d'hydrogène phosphoré. Exposés à l'air, ils en absorbent l'humidité; l'eau les décompose; l'hydrogène phosphoré se dégage avec effervescence, et l'acide hydrobromique reste en dissolution. Le brome, par cette combinaison, se rapproche plus de l'iode que du chlore, car toutes les tentatives ont été infructueuses pour unir l'acide hydrochlorique au gaz hydrogène phosphoré.

A cette occasion, M. Sérullas a fait un nouvel examen de l'hydriodate d'hydrogène phosphoré, qu'il obtient abondamment par la distillation d'un mélange de 60 parties d'iode, 15 de phosphore et 8 à 9 d'eau. Il propose même de conserver ce composé dans les laboratoires pour se procurer

promptement de l'hydrogène phosphoré ou de l'acide hydriodique concentré très-purs. La plus haute température ne le décompose pas. Sa vapeur s'enflamme facilement par le contact d'un corps en ignition. L'alcool en sépare l'hydrogène phosphoré; il reste de l'éther hydriodique. Le mémoire de M. Sérullas renferme encore les résultats de l'action des acides sulfurique, nitrique, chlorique, bromique, iodique, et d'un grand nombre de sels, sur cette singulière substance.

Les propriétés si curieuses et si singulières que M. Thénard a reconnues dans l'eau oxygénée ou bioxide d'hydrogène, prennent encore un nouveau degré d'intérêt par la découverte que notre savant confrère vient de faire de propriétés analogues dans l'hydrure de soufre composé, dont l'existence avait bien été signalée par Scheelle et confirmée par Berthollet, mais qui avait très-peu fixé l'attention des observateurs.

C[illegible]rsant dans de l'acide hydrochlorique du commerce, étendu de deux fois son poids d'eau, le sulfure hydrogéné de chaux obtenu par l'ébullition longtemps soutenue de l'eau sur de la chaux mêlée avec un excès de soufre, que M. Thénard prépare cette substance.

Il se dépose un liquide jaune ou brun verdâtre d'une odeur particulière et désagréable, dont la vapeur affecte quelquefois les yeux; sa consistance varie entre celle des huiles essentielles et celle des huiles grasses. Sa pesanteur spécifique, qui, sans doute, varie aussi, a été trouvée de 1,769 dans une portion dont la fluidité n'était pas très-grande; un froid de 20° ne le solidifie pas; la chaleur de l'eau bouillante le

décompose promptement; il commence même à se décomposer vers 60 ou 70°; il se dégage du gaz hydrogène sulfuré, et il reste du soufre solide. A la température ordinaire, l'hydrure de soufre se décompose de la même manière, mais beaucoup plus lentement. Porté sur la langue, il la blanchit instantanément comme le fait l'eau oxygénée. Il détruit la couleur du tournesol. Le charbon, l'or, le platine, l'iridium y occasionnent un dégagement de gaz.

Quelques oxides en poudre, tels que le peroxide de manganèse, la magnésie, la silice, la baryte, la strontiane, la chaux, la potasse et la soude y déterminent une vive effervescence. La potasse et la soude, même en dissolution, ainsi que l'ammoniaque, produisent une décomposition si rapide, que la liqueur paraît entrer en ébullition.

Les oxides faciles à réduire, comme l'oxide d'argent, l'oxide d'or, agissent instantanément; il y a réduction de l'oxide, reproduction d'eau avec incandescence. Les sulfures, solides ou dissous, agissent aussi très-fortement; il se dégage du gaz hydrogène sulfuré, et le soufre se précipite.

Les matières végétales, et surtout les matières animales neutres, déterminent aussi, quoique lentement, la décomposition du soufre hydrogéné. L'eau ne le dissout point. L'éther le dissout d'abord, et laisse ensuite déposer des cristaux qui paraissent être du soufre pur. Il se passe là un phénomène dont M. Thénard s'est réservé de faire un examen plus approfondi.

Les acides exercent une action tout opposée à celle des oxides; ils rendent le sulfure hydrogéné plus stable, et le peroxide de manganèse, sous l'influence d'un acide, cesse de le décomposer.

M. Thénard a trouvé beaucoup de variations dans la composition de l'hydrure de soufre. Les résultats de l'analyse sont compris entre 8 atomes et 6 atomes de soufre pour un d'hydrogène sulfuré. Le mode d'analyse ne comporte d'ailleurs aucune incertitude. Il consiste à décomposer, par la chaleur, un poids connu du liquide, dans une cloche remplie de mercure.

On voit que les propriétés de ce composé présentent la plus grande analogie avec celles du bioxide d'hydrogène. M. Thénard se propose de rechercher si l'iode, le brome, le fluore et le silicium ne pourraient pas donner aussi naissance à des combinaisons du même genre.

M. Soubeiran a cherché à faire disparaître l'incertitude qui reste encore sur le nombre et les proportions des premiers termes de la série des composés de chlore et d'oxygène. La contraction singulière que Davy dit avoir observée dans les éléments de l'euchlorine, a, depuis longtemps, fait naître des doutes sur l'existence même de cette combinaison, dont les propriétés pourraient s'expliquer par le mélange du chlore avec le deutoxide de chlore. M. Soubeiran a voulu soumettre cette idée à l'épreuve de l'expérience.

Mais comme, d'après son observation, l'euchlorine est complétement absorbé par le mercure, il n'a pu faire usage des procédés ordinaires d'analyse. Après avoir fait détoner, par la chaleur, une certaine quantité d'euchlorine contenue dans des vases de verre fermés, il a déterminé le rapport du chlore à l'oxygène, dans le résidu.

Plusieurs expériences ont donné des résultats peu différents

de ceux que Davy avait indiqués, c'est-à-dire, 2 de chlore et un d'oxygène. En faisant dissoudre d'abord l'euchlorine dans l'eau, pour le séparer du chlore qui lui serait étranger, l'analyse du gaz retiré de l'eau a donné, à peu près, volume égal des deux éléments. Enfin, en faisant passer l'euchlorine, avant de le recueillir, sur un grand excès de protochlorure de mercure, on lui trouva, alors, les proportions du deutoxide de chlore; ce qui semble justifier l'opinion de M. Soubeiran; toutefois, le chlorure de mercure ne pourrait-il pas avoir déterminé un changement de composition dans le gaz avec lequel il a été en contact? Les premières expériences de M. Soubeiran lui-même indiquent aussi une invariabilité de proportions qui ne s'accorde guère avec la supposition d'un simple mélange.

Le comte de Stadion, en traitant le chlorate de potasse par l'acide sulfurique concentré, dit avoir obtenu un gaz composé de 2 volumes de chlore et de 3 volumes d'oxygène. L'expérience, répétée par MM. Davy et Gay Lussac, a donné, pour sa composition, un vol. de chlore et 2 vol. d'oxygène; mais comme le gaz qu'ils ont analysé avait été préparé au moyen de l'acide sulfurique étendu d'eau, plusieurs chimistes pensaient que ce résultat n'infirmait pas l'assertion du chimiste allemand, et qu'il pourrait bien exister deux composés distincts, l'un contenant 3 vol. et l'autre 4 vol. d'oxygène pour 2 de chlore. M. Soubeiran a repris ce sujet, et, après avoir employé, pour se procurer le gaz en question, le procédé même du comte de Stadion, il a trouvé qu'il était composé de 2 vol. d'oxygène pour un vol. de chlore, comme MM. Davy et Gay Lussac l'avaient annoncé. Il paraîtrait donc que les gaz auxquels on a donné le nom de deutoxide de chlore

ne contiennent qu'une seule et même combinaison d'un vol. de chlore et 2 vol. d'oxygène, à moins cependant que l'action de l'eau, dans laquelle M. Soubeiran a fait préalablement dissoudre le gaz qu'il a examiné, ne suffît pour changer sa composition; ce qui n'est pas probable, car, dans ce cas, on aurait dû recueillir un excès de chlore, et c'est, au contraire, un excès d'oxygène qui s'est manifesté.

M. Soubeiran s'est aussi occupé d'une autre question, dont la solution présente encore de plus grandes difficultés. Il s'agit de savoir si le chlore peut s'unir avec les oxides alcalins, comme on le professe en France, ou bien si les chlorures d'oxides des chimistes français ne seraient pas des sels formés par un acide chloreux composé de 2 vol. de chlore pour 3 vol. d'oxygène. Cette dernière opinion est appuyée par une autorité bien imposante, celle de M. Berzelius qui l'a adoptée depuis longtemps. M. Soubeiran rapporte un grand nombre de faits qui lui sont favorables, et parmi lesquels on distingue les deux suivants :

Si l'on décompose le chlorure de chaux fait par voie humide, au moyen du carbonate de soude, le chlorure de soude qui en provient peut être évaporé à siccité dans le vide sans perdre de sa propriété décolorante. Or, en épuisant le résidu d'une semblable évaporation avec de l'eau saturée de sel marin, on obtient une certaine quantité de matière insoluble, qui est du chlorure de sodium. Cette expérience semble prouver que le chlorure de sodium préexistait dans la dissolution, et que, par conséquent, l'oxygène de la base, dont le métal s'est combiné avec le chlore, a dû passer dans une autre combinaison. Mais, pour en tirer un argument décisif en faveur de l'existence de l'acide chloreux, il aurait fallu

constater la proportion du chlorure de sodium, et s'assurer qu'il ne s'était pas formé une proportion correspondante de chlorate. Cette observation est, comme on voit, de la même nature, mais moins concluante que celle que M. Berzelius a faite au sujet de la préparation du chlorate de potasse.

La seconde observation a pour but de faire voir que l'on peut substituer, par double décomposition, l'ammoniaque à la chaux, dans le composé connu sous le nom de chlorure de chaux. L'on obtient ainsi une liqueur décolorante à base d'ammoniaque qui ne se décompose que très-lentement quand elle est suffisamment étendue, tandis que le chlore et l'ammoniaque réagissent vivement l'un sur l'autre, lors même que les dissolutions sont très-faibles.

Dans le cours de ces recherches, M. Soubeiran a eu occasion de constater un fait qui intéresse les fabriques de toiles peintes : c'est que le pouvoir décolorant d'une même quantité de chlore libre ou combiné avec une base, n'est identique que dans le cas seulement où la matière colorante est accompagnée d'un acide, comme dans la dissolution d'indigo; lorsque celle-ci est neutre, le pouvoir décolorant du chlorure est toujours inférieur à celui du chlore qu'il contient.

Enfin, dans ce même travail, M. Soubeiran a fait connaître une nouvelle substance éthérée formée par la réaction du chlorure ou chlorite de chaux sur l'alcool. C'est un liquide incolore, plus dense que l'eau, qui bout à 70°, d'une odeur suave et d'une saveur sucrée très-prononcée, très-soluble dans l'alcool et très-peu soluble dans l'eau. Sa composition est très-remarquable. Il est formé des mêmes éléments que la liqueur des chimistes hollandais : de chlore et de gaz oléfiant. Mais, pour la même quantité de ce dernier, il contient deux

fois plus de chlore que cette liqueur, et quatre fois plus que l'huile qui résulte de l'action directe du chlore sur l'alcool.

M. Gay Lussac a fait connaître quelques phénomènes importants, qui avaient échappé à l'observation des chimistes, dans la décomposition de l'acide oxalique par la chaleur. On savait que l'acide oxalique cristallisé, soumis à l'action de la chaleur, se décompose en partie; mais on n'avait pas examiné avec soin les produits gazeux ou liquides de cette décomposition. M. Gay Lussac a reconnu qu'il se dégage un mélange, à peu près constant, de 6 volumes d'acide carbonique et de 5 d'oxide de carbone. Or, d'après la composition connue de l'acide oxalique, si tous les éléments qui le constituent se réduisaient en gaz, on devrait obtenir volumes égaux d'acide carbonique et d'oxide de carbone; l'inégalité de volume des deux gaz indiquait donc qu'une partie des éléments de l'acide oxalique entrait dans une autre combinaison. M. Gay Lussac fut ainsi conduit à rechercher la nature du produit liquide, d'abord faiblement acide, mais qui finit par l'être très-fortement.

C'est à l'acide formique que cette acidité est due. En supposant une décomposition complète, comme on peut l'obtenir en gouvernant convenablement l'action du feu, on trouve pour 12 proportions d'acide oxalique une proportion d'acide formique. « Il est incontestable, dit M. Gay Lussac, que l'hydrogène a été fourni par l'eau à l'acide formique, et non par l'acide oxalique, car l'acide carbonique et l'oxide de carbone auraient dû être produits à volumes égaux. C'est, au reste, une conséquence nécessaire de la nature, bien connue aujourd'hui, de l'acide oxalique, par les expériences de MM. Dulong

et Dœbereiner. » Le résultat important de l'observation de M. Gay Lussac pourrait s'expliquer aussi dans la seconde des hypothèses qui ont été présentées sur la constitution de l'acide oxalique; car si cet acide résulte de la combinaison d'un volume d'acide carbonique et d'un demi-volume d'hydrogène, il est nécessaire que la totalité de celui-ci se transforme en eau avec le quart de l'oxygène de l'acide carbonique pour que le volume de ce dernier gaz soit égal à celui de l'oxide de carbone, dans les produits de la décomposition. Si une portion de cet hydrogène entre dans la formation d'un autre composé, le volume de l'acide carbonique doit devenir prédominant; à plus forte raison, si une portion d'oxide de carbone est en même temps distraite du mélange gazeux.

Il semble même que l'hypothèse à laquelle M. Gay Lussac donne la préférence, présente une difficulté dont l'autre serait exempte. En admettant que l'acide oxalique est un composé binaire de carbone et d'oxygène, intermédiaire entre l'acide carbonique et l'oxide de carbone, on ne verrait pas comment il peut décomposer l'eau, puisque l'oxide de carbone même n'est déjà plus assez puissant pour cela; il faudrait donc admettre que, dans l'acide formique, l'hydrogène et l'oxigène sont à l'état d'eau.

M. Gay Lussac pense que les phénomènes dont il vient d'être question, rendent plus impérieuse la nécessité de ne plus séparer l'acide oxalique des deux autres combinaisons connues du carbone avec l'oxygène : cet acide serait assimilé à ceux qui contiennent deux proportions de radical. Par analogie avec les acides hyposulfurique, hyposulfureux, etc., on devrait le nommer acide hypocarbonique. Toutefois, M. Gay Lussac croit convenable d'ajourner encore ce changement de nomenclature.

L'Académie avait proposé, en 1819, pour sujet de prix : 1° de faire l'analyse des fruits, aux principales époques de leur accroissement et de leur maturation, et même à l'époque de leur blessissement et de leur pourriture; 2° de comparer avec soin l'influence des agents extérieurs, surtout celle de l'air qui environne les fruits, et l'altération qu'ils éprouvent. Un mémoire de M. Couverchel, qui obtint une mention honorable, se trouvait sur plusieurs points en opposition avec celui de M. Bérard, qui fut couronné; depuis cette époque, M. Couverchel a voulu vérifier ses premiers aperçus par de nouvelles expériences, dont il a communiqué les résultats à l'Académie.

Dans l'opinion de M. Couverchel, les fruits à péricarpes charnus, les seuls qu'il ait soumis à ses observations, tels que les pêches, les poires, etc., exercent une action différente sur le milieu environnant, dans les premiers temps de leur développement, et près de l'époque de leur maturité complète. Il croit, avec M. de Saussure, que, dans la première période, les fruits se comportent comme les feuilles, bien qu'il n'ait pas dirigé ses expériences de manière à constater si les fruits manifestent des phénomènes opposés sous l'influence de la lumière et dans l'obscurité. Mais, après une certaine époque, qui n'est pas bien déterminée, le fruit serait tout à fait indépendant de l'air environnant, et la maturation s'accomplirait seulement par un travail chimique intérieur, accompagné d'un dégagement d'acide carbonique formé aux dépens de sa substance propre.

Les résultats de M. Couverchel ne s'accordent donc point avec ceux de M. Bérard sur l'absorption d'oxygène; phénomène regardé, par celui-ci, comme une condition essentielle de la maturation.

M. de Saussure avait déjà annoncé que les vases dans lesquels M. Bérard a fait ses expériences étaient trop petits pour que le mode d'action des fluides élastiques sur les fruits n'en ait pas été modifié. Mais on ne peut s'empêcher de conserver quelques doutes sur les résultats de M. Couverchel, lorsque l'on considère que, pour constater les changements qui surviennent dans le milieu environnant, ce chimiste a toujours employé des appareils où le volume d'air, dont on veut connaître les altérations, n'est séparé, de l'air ambiant, que par des membranes animales : car on n'est jamais certain qu'il n'y ait pas eu communication de l'extérieur à l'intérieur, surtout quand il s'agit, comme dans le cas actuel, d'observations d'une longue durée.

L'auteur n'admet pas non plus avec M. Bérard que le gaz azote possède la propriété de préserver pendant un certain temps de toute altération les fruits mûrs qui en sont entourés. L'opposition des faits tient ici sans doute à quelques différences dans la pureté du gaz, ou dans l'état des fruits soumis à l'expérience. Toutefois, l'acide carbonique, et surtout la vapeur d'esprit-de-vin, lui ont paru posséder une vertu préservatrice qui serait peut-être appliquée avec avantage à la conservation d'autres matières organiques.

C'est surtout dans la partie de son mémoire où M. Couverchel traite des changements intérieurs qui accompagnent la maturation des fruits, que l'on trouve des vues neuves et importantes.

Les phénomènes qui se passent dans les premiers temps de la formation du fruit sont encore très-obscurs. L'auteur admet, sans preuves suffisantes, que le *cambium* n'est que de la gomme en dissolution, et que cette substance, en s'ap-

propriant l'oxygène de l'eau, se transforme en acides malique, citrique, tartrique, etc. M. de Saussure attribue, avec plus de vraisemblance, la formation de ces acides à la portion non exhalée de l'oxygène gazeux absorbé par le fruit. M. Couverchel pense que c'est à l'action des acides, sur la gelée ou sur la gomme, qu'est dû le développement du sucre : il se fonde sur des expériences directes dans lesquelles, en effet, de la gelée de pomme ou de la gomme de prunier se sont converties en sucre, après avoir été chauffées jusqu'à 125° avec un acide végétal, dans un vase autoclave. La fécule ordinaire, soumise à la même épreuve, se transforme d'abord en gomme, que l'auteur regarde comme le type du genre, et qu'il nomme pour cette raison gomme *normale*, et finit par se convertir en sucre.

Cette gomme, qui paraît être identique avec celle que l'on obtient par la torréfaction de la fécule et avec celle qui a été observée par M. Braconnot dans la décomposition spontanée du riz, ne donne, toutefois, point d'acide mucique par l'action de l'acide nitrique.

Si l'on en ajoute une certaine quantité à du jus de raisin vert, celui-ci devient sucré par une longue ébullition. Ceci explique pourquoi les fruits, par la cuisson, et le jus de raisin, par l'évaporation, deviennent plus sucrés.

Le blessissement est, suivant le même chimiste, une fermentation dans laquelle il y a dégagement d'acide carbonique, formation d'eau et d'alcool, et perte de poids provenant de la séparation de l'acide carbonique et de l'évaporation de l'eau.

Les nombreux désordres qu'entraîne la falsification des actes publics et privés, et le dommage qui résulte, pour le trésor, du blanchiment frauduleux des vieux papiers timbrés, ont porté M. le ministre de la justice à signaler ces faits à l'Académie, et à lui demander les moyens d'y remédier.

La commission à laquelle l'Académie a confié ce travail, s'est livrée à de longues recherches et à des essais multipliés dont nous ne pouvons ici reproduire que les résultats principaux.

L'on pourrait évidemment arriver au but proposé, ou par l'emploi d'une encre complétement indélébile après son application sur le papier ordinaire, ou bien par l'usage d'un papier préparé de manière à ce que l'on ne pût y altérer l'écriture tracée, avec l'encre commune, sans qu'il restât des preuves de la fraude.

La commission a d'abord soumis à un examen rigoureux les encres qui lui ont été envoyées, les unes liquides, les autres solides.

Sur les dix-neuf espèces d'encres liquides qu'elle a reçues, elle n'en a trouvé que cinq qui fussent dignes d'être citées, et encore leur a-t-elle reconnu des défauts qui en rendent l'emploi presque impossible : les unes, réellement indélébiles, ont une couleur trop mate, coulent mal, ou ramollissent trop le bec de la plume ; les autres, attaquables d'ailleurs par quelques réactifs, laissent déposer leur principe colorant; toutes enfin s'altèrent par leur séjour prolongé dans les vases où on les renferme. La commission n'a reçu que trois échantillons d'encres solides ; celles de M. Dizé et de M. Bosc lui ont paru approcher du but; mais comme les inventeurs se sont réservé le secret de leur composition, l'administration,

en adoptant ces encres, ne serait pas suffisamment garantie contre toutes les altérations qu'elles pourraient subir par la suite. C'est cette considération qui a déterminé la commission à chercher elle-même, dans les nombreuses expériences qu'avait exigées le travail dont elle était chargée, et dans la lecture de ce qui a été publié sur ce sujet, les moyens de composer une encre indélébile dont la recette pût être rendue publique. Elle a posé en principe que le but ne pouvait être entièrement atteint par la fabrication d'une encre vendue à l'état liquide; car, dans toutes les encres fluides qui ont été examinées, la partie colorante tendait beaucoup trop à se déposer par son excès de densité; inconvénient qui s'aggravait encore avec le temps; les molécules colorantes, réunies par la force de cohésion, finissaient à la longue par ne plus pouvoir rester en suspension dans le liquide; ainsi, dans l'état actuel des choses, le problème ne pouvait être résolu que par l'usage d'une encre indélébile solide.

L'encre de la Chine que le commerce fournit si abondamment, et même une espèce d'encre solide composée de noir de fumée et de colle animale ou de gomme, qui se fabrique en France, et sur la surface de laquelle on imite ordinairement des caractères chinois, forment la base des deux espèces d'encres que la commission a proposées, et qui, convenablement employées, sont en effet complétement indélébiles. La première se forme en délayant de l'encre de la Chine dans de l'acide hydrochlorique faible; elle pourrait être livrée au même prix que l'encre ordinaire.

On prend de l'acide hydrochlorique, on y ajoute assez d'eau pour le réduire à un degré et demi au pèse-liqueur de Beaumé : cet acide, ainsi affaibli, sert, au lieu d'eau, pour

délayer l'encre de la Chine, et on opère absolument comme on a coutume de le faire en se servant de cette espèce d'encre.

La seconde espèce se prépare en délayant de l'encre de Chine dans une dissolution d'acétate de manganèse contenant un excès d'acide ; on la rend indélébile, sur le papier, en exposant l'écriture à la vapeur de l'ammoniaque liquide. Voici la recette :

Prenez une dissolution d'acétate de manganèse marquant 10 degrés au pèse-liqueur de Beaumé, ajoutez-y un neuvième de son volume d'acide acétique, dont 100 parties peuvent saturer environ 160 de carbonate de soude cristallisé, et servez-vous de cette liqueur pour délayer de l'encre de Chine. L'écriture étant tracée avec cette encre, il ne restera plus, pour la fixer sur le papier et pour lui donner toute la solidité désirable, qu'à l'exposer au-dessus d'un vase contenant de l'ammoniaque liquide.

Quant aux papiers de sûreté, on en a proposé de plusieurs sortes. M. Coulier emploie une planche d'acier damassé passée à l'eau-forte ; les linéaments très-compliqués et très-fins qui en résultent sont appliqués sur le papier à l'aide d'une couleur noire attaquable par le chlore, et ces traits disparaissent en même temps que l'encre, lors de l'emploi des moyens frauduleux.

On trouverait un moyen plus simple, mais moins sûr, dans l'emploi de papiers unis et colorés en pâte; enfin, d'après M. Merimée, on pourrait fabriquer un papier de sûreté, en ajoutant, à la pâte de papier, des filaments de laine de coton ou de chanvre, teints en diverses couleurs, dont les uns s'altéreraient par les acides, et les autres par les alcalis, et qui tous seraient blanchis par le chlore ; mais

les premiers suffiraient tout au plus pour les lettres de change, billets, etc.; l'emploi des seconds serait souvent illusoire, par la possibilité de rétablir la couleur après la falsification; enfin les filaments colorés, employés dans les troisièmes, pouvant être altérés même par le simple effet de la lumière, ne seraient d'aucun secours dans les contestations portées devant les tribunaux. Aussi, bien qu'ils puissent être utiles et qu'ils rendent plus difficiles les tentatives de falsification des actes, les papiers de sûreté connus jusqu'ici sont loin d'offrir au commerce les mêmes garanties que les encres indélébiles dont la commission propose l'emploi.

Pour éviter le blanchiment frauduleux du vieux papier timbré, il suffirait sans doute de rendre ce blanchiment assez difficile et assez dispendieux pour qu'il n'y eût plus aucun bénéfice possible dans cette industrie illicite, qui pourrait d'ailleurs être frappée d'une pénalité.

La commission pense que l'administration arriverait à ce résultat :

1° En faisant imprimer, au cylindre, sur tous les papiers soumis au timbre, une vignette gravée au tour à guillocher, qui serait placée à droite des timbres, au milieu et sur toute la longueur de chaque feuille;

2° En employant, pour cette impression, une couleur qui aurait pour base le précipité noir qui se forme dans les chaudières à teinture des chapeliers, ou l'encre elle-même, convenablement épaissie, à la manière des fabriques de toiles peintes;

3° Enfin, en donnant aux papiers timbrés une date légale que l'on obtiendrait, soit en l'imprimant dans la pâte, soit en la gravant sur la vignette ou sur les timbres.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

Dans le langage vulgaire, on nomme *craie* une pierre tendre remarquable par sa blancheur, employée à de nombreux usages, formée presque entièrement de carbonate de chaux, et dont on rencontre, dans plusieurs parties de la France, des masses puissantes interrompues par des lits de pierre à fusil noire; mais, en géologie, on doit embrasser, sous la même dénomination, une multitude de terrains qui, ne présentant plus les mêmes caractères extérieurs ou minéralogiques, n'ont plus la même composition, mais qui possèdent les mêmes caractères géologiques, et appartiennent à la même formation que la craie blanche.

Pour déterminer un terrain ou une formation, on peut faire usage de trois séries de caractères: les caractères géologiques, qui résultent de la nature des roches ou des terrains qui sont constamment tant au-dessus qu'au-dessous de lui; les caractères minéralogiques, déduits de la nature de la roche et de celle des minerais qui l'accompagnent ordinairement; enfin, les caractères zoologiques, ou organiques, tirés des débris des corps organisés renfermés dans ce terrain.

On comprend maintenant pourquoi l'on désigne par terrain de craie, ou plutôt par terrain crétacé, non-seulement des terrains composés de craie blanche, mais encore ceux qui occupent, dans les couches du globe, la même position que la craie, qui renferment les espèces de débris organiques que l'on peut considérer comme caractéristiques de cette formation, et qui présentent quelquefois aussi le même ensemble

de caractères minéralogiques. On voit qu'il peut y avoir, et il existe, en effet, des terrains cretacés noirs et compactes, jaunes et compactes, en masse ou stratifiés, avec ou sans silex; il en est quelques-uns entièrement composés de sable et de grès, renfermant à peine du carbonate de chaux.

L'étude approfondie et la détermination de ce terrain dans le midi de la France, où il avait été jusqu'ici méconnu, font l'objet d'un travail très-étendu que M. Dufresnoy a présenté à l'Académie, et d'où il résulte trois séries de faits nouveaux.

1° Il a reconnu ces terrains dans des parties de la France et de l'Espagne où l'on n'en avait pas encore admis la présence.

2° Il a fait voir que ces terrains renferment des masses minérales qu'on leur croyait étrangères.

3° Il a fait naître de nouvelles idées sur leurs caractères zoologiques en augmentant, d'une part, le nombre des caractères, et de l'autre, en réduisant la valeur négative qu'on avait attribuée à l'absence de certaines coquilles.

M. Dufresnoy a reconnu, dans le midi de la France, comme une large vallée souterraine de terrains cretacés, dont les bords septentrionaux et méridionaux se manifestent par des collines séparées les unes des autres, mais indiquant, par leur disposition, deux zones dirigées de l'est à l'ouest. La zone qui appartient au bord septentrional, commence au sud de la Vendée, près de Rochefort et de Royans, et se continue jusqu'au pied des Alpes maritimes. La série de collines qui tracent le bord méridional, forme une zone qui s'appuie sur la pente septentrionale des Pyrénées, en partant de l'extrémité orientale des Corbières, et se prolongeant, en une lisière étroite, jusque vers Bayonne, où elle s'élargit.

M. Dufresnoy fait remarquer une circonstance géologique très-importante, et qui se lie avec les observations si curieuses que M. Élie de Beaumont a publiées sur le phénomène du soulèvement des chaînes de montagnes. Il paraît que, par un premier soulèvement général et presque régulier de la chaîne granitique des Pyrénées, des terrains cretacés ont été portés à une grande élévation, en prenant une texture compacte et une couleur noire : le Mont Perdu, les Tours de Marboré, sommet placé à près de 3500 mètres au-dessus du niveau de la mer, appartiennent au sol cretacé ainsi soulevé.

Un autre soulèvement, celui des ophites, plus restreint, agissant sur plusieurs points isolés, et seulement au pied des Pyrénées, aurait apporté de grands dérangements dans la stratification et dans l'horizontalité des terrains cretacés qui se montrent dans ces parties de la chaîne.

Les lieux où le groupe cretacé du midi de la France s'est présenté recouvert par les terrains tertiaires, sont rares : ce sont les Landes, le Médoc, etc.; et ceux où le terrain inférieur à la craie paraît pouvoir se rapporter au groupe épiolithique sont plus nombreux.

Dans le nord de l'Europe, le terrain cretacé est en masse, obscurément stratifié; au contraire, presque tous les terrains cretacés observés par M. Dufresnoy sont assez nettement stratifiés, ce qui tient, sans doute, à ce que les terrains cretacés du midi de la France ne montrent que les assises inférieures de ce terrain, et qu'en général ces assises sont bien plus souvent et bien plus nettement stratifiées que la craie blanche.

Les caractères minéralogiques n'ont pas, pour les roches de sédiment, et en particulier pour les terrains cretacés, la

même précision que pour les roches cristallisées; aussi, M. Dufresnoy a-t-il reconnu, sous le rapport de ces caractères, des ressemblances, et en même-temps des différences remarquables entre les terrains cretacés du midi de la France et ceux du nord de l'Europe. Ceux-ci sont composés, en allant du haut en bas, de craie blanche, d'une roche grisâtre et friable qu'on nomme *craie tufau*, d'une roche sableuse remplie de grains verts, qu'on nomme *glauconie crayeuse*, et souvent d'une roche sableuse et ferrugineuse; dans cette dernière roche et au-dessous d'elle, on a reconnu, en Angleterre, et principalement dans le Sussex, un dépôt fort remarquable, en ce qu'il est rempli de débris de coquilles et d'animaux lacustres et fluviatiles; on nomme ce dépôt groupe *veldien*. Un des premiers résultats du travail de M. Dufresnoy, c'est de nous faire voir, dans le midi de la France, la plupart de ces roches dans leur ordre de succession, et surtout de nous y montrer le terrain *veldien*, qu'on ne connaissait clairement qu'en Sussex, bien qu'il ne soit pas aussi distinct, aussi caractérisé par ses fossiles en France qu'en Angleterre. On croit pouvoir reconnaître ce terrain par sa position, par la nature argilo-calcaire de sa roche et par ses coquilles lacustres; mais, si ces ressemblances sont pleines d'intérêt, les différences ne le sont pas moins. La craie blanche manque presque partout. Cette partie supérieure du terrain de craie ne s'est pas déposée, ou bien elle a été enlevée; la formation commence donc généralement à la craie tufau; toutes les roches inférieures se présentent ensuite plus ou moins bien caractérisées; enfin, des poudingues l'accompagnent et font même partie de sa formation; ce qui est une circonstance rare et tout à fait particulière. Mais des différences minéralogiques plus remarqua-

bles encore, et tellement inattendues qu'il faut, pour les admettre, suivre attentivement, avec l'auteur, les transitions qui conduisent des terrains crétacés évidents à ces terrains crétacés anomaux, ce sont d'abord des masses puissantes de gypse avec le soufre qui les accompagne; souvent ces masses sont évidemment engagées dans la partie marneuse et quartzeuse du terrain de craie; elles semblent, à en juger par le dérangement des couches, s'y être comme introduites de bas en haut, et s'y être développées.

La présence des masses de gypse dans le groupe crétacé conduit à admettre plus facilement l'existence du sel marin dans cette formation, car la géognosie a fait connaître l'association presque constante de ces deux espèces minérales. M. Dufresnoy cherche à démontrer que le fameux gîte de sel marin rupestre de Cardona en Catalogne est placé dans le groupe crétacé. Il y réussit, en effet, très-naturellement, en suivant de proche en proche, et presque sans interruption, le grès crétacé et les poudingues placés sur le calcaire à nummulites, qui fait évidemment partie de la craie sableuse, jusqu'aux grès qui enveloppent le sel marin à Cardona. Il fait voir que ce grès ne diffère, ni par sa nature, ni par sa position, de celui qui accompagne, à peu de distance, le grès à fucoïde qui appartient aux terrains de craie les plus évidents.

Les caractères zoologiques ont donné lieu à des observations non moins intéressantes.

On avait cru pouvoir distinguer sûrement les terrains de craie, non-seulement par les caractères zoologiques positifs tirés de la présence des genres *bélemnite, ammonite,* etc., mais encore par les caractères négatifs tirés de l'absence de beaucoup de genres et d'espèces qu'on n'avait encore vus que

dans les terrains tertiaires, tels que les *miliolites*, *nummulites*, *chames*, etc.; quelques doutes avaient cependant été élevés; les observations de M. Dufresnoy viennent les confirmer. Les caractères positifs sont restés, c'est-à-dire qu'on trouve, dans les terrains cretacés du midi de la France, les coquilles et les autres corps organiques qui ont servi jusqu'à présent à caractériser la craie du nord de l'Europe, et qui n'ont encore été observés, ni dans les terrains inférieurs, ni surtout dans les terrains supérieurs à la craie. L'auteur a même enrichi les caractères zoologiques de ce terrain en y faisant connaître des *cyclolithes*, des *hippurites* et des *fucus* d'une espèce particulière; les roches de grès ou de calcaire empreintes de ces fucus lui ont servi très-efficacement pour suivre et reconnaître les terrains de craie, lorsque leur continuation était interrompue.

Mais les caractères négatifs semblent, au contraire, avoir été notablement restreints par les observations de M. Dufresnoy. Quelques genres et plusieurs espèces, qu'on n'avait encore vus que dans les terrains tertiaires, se sont rencontrés dans les terrains cretacés du midi de la France; or, on ne peut douter ni de l'époque de ces terrains, bien établie par les trois séries de caractères que nous venons de signaler, ni de la détermination exacte des espèces.

Telles sont les principales conséquences auxquelles M. Dufresnoy a été conduit par ses laborieuses et importantes recherches, dont l'exposition est accompagnée de détails bien propres à inspirer la plus grande confiance dans leurs résultats.

L'examen des débris organiques que l'on rencontre dans la plupart des terrains, fournit à la géologie des faits souvent plus concluants que les caractères minéralogiques.

Parmi les corps organisés ensevelis dans les couches de la terre, il n'en est pas de plus répandus et de plus intéressants pour la science que les coquilles. Leur nature pierreuse, leur multiplication rapide, ont dû, tout à la fois, les mieux conserver, et les conserver en plus grand nombre; circonstances qui les rendent éminemment propres à révéler la nature et l'état du liquide dans lequel chaque couche s'est déposée.

C'est ce qui a déterminé M. Deshayes à entreprendre, sur les coquilles fossiles, un immense travail dans lequel il s'est proposé d'examiner les coquilles propres à chaque couche, de les comparer à celles qui se trouvent dans les couches supérieures ou inférieures de tous les degrés, et à celles que la mer nourrit aujourd'hui à toutes les latitudes; de s'assurer, par là, s'il y a eu des successions, des extinctions de races, et comment celles de ces races qui ont échappé aux révolutions de la surface du globe, sont aujourd'hui réparties dans les diverses régions de la mer.

Il est entendu que ces comparaisons doivent être faites sur les espèces, et non sur les genres, qui ne sont que des créations de l'esprit. Le passage d'un genre d'une couche à une autre ne fournirait évidemment aucune preuve concluante, s'il ne s'agissait pas, dans les deux cas, d'espèces identiques.

Les observations de M. Deshayes portent sur 40,000 échantillons comprenant 3000 espèces de coquilles fossiles d'une origine certaine; il en a dressé des tableaux qui, comparés avec l'ordre de superposition des couches, montrent les épo-

ques d'apparition et de disparition de chacune d'elles, tandis que leur comparaison avec 4000 espèces vivantes montre aussi quelles sont celles de ces espèces qui se sont conservées jusqu'à présent.

M. Deshayes a toujours considéré comme identiques les coquilles fossiles qui ne diffèrent pas plus entre elles que les coquilles vivantes regardées, par tous les naturalistes, comme appartenant à une même espèce.

Un premier résultat a confirmé la distinction que les caractères minéralogiques avaient fait établir entre les terrains secondaires et les terrains tertiaires. Les premiers ne contiennent pas une seule espèce fossile qui ait son analogue vivant dans les mers actuelles, ni même dans les fossiles des couches supérieures.

Les coquilles des terrains tertiaires commencent, dit l'auteur, une zoologie nouvelle qui, dans son ensemble, a de très-grands rapports avec celle de l'époque dont nous sommes contemporains, puisqu'elle nous montre, dans des proportions diverses pour chaque couche, des espèces identiquement les mêmes que celles qui vivent aujourd'hui.

M. Deshayes a reconnu, dans les terrains tertiaires, trois groupes bien distincts qui annoncent trois époques de formation. Le premier et le plus ancien, déjà observé dans les bassins de Paris, de Londres, de Valogne, etc., contient environ 1400 espèces, dont 38 seulement sont analogues à des espèces vivantes, et dont 42 se retrouvent dans les groupes plus récents.

Le deuxième groupe, dont la supériorité de position a été constatée en Touraine, en Autriche, en Hongrie, etc., renferme environ 900 espèces, sur lesquelles 161 seulement ont

leurs analogues vivants, et 173 leurs analogues dans le groupe suivant. Celui-ci, le plus nouveau, occupe les collines du pied des Apennins, et se montre en Sicile, en Morée, à Perpignan : on y a recueilli près de 700 espèces, dont plus de moitié paraissent analogues à des espèces vivantes.

Le troisième groupe paraît indiquer le commencement de l'état actuel des choses, et M. Deshayes pense que, lorsqu'on pourra le subdiviser, on trouvera que le nombre des analogues vivants y augmente, à mesure que les lits qui les recèlent sont plus superficiels.

Les nombres ci-dessus varieront, sans doute, par des observations ultérieures; mais, à cause du grand nombre d'espèces que M. Deshayes a pu faire entrer dans ses calculs, il est probable que les conséquences générales qu'il en a déduites ne seront point renversées.

L'auteur s'est encore occupé de rechercher comment sont réparties, aujourd'hui, sur la surface du globe les espèces vivantes qui ont été trouvées aussi à l'état fossile. Pour les deux premières époques, le plus grand nombre des espèces qui subsistent encore habitent les régions intertropicales; quant aux espèces analogues de la troisième époque, elles vivent dans les mers qui baignent une partie des dépôts qui les recèlent, comme on le voit à Nice, à la Rochelle.

Ainsi, le travail de M. Deshayes sur les coquilles des terrains tertiaires confirme ce que l'examen des ossements et des végétaux fossiles avait déjà fait connaître : c'est que les terrains tertiaires ne sont pas des formations d'une même époque, mais qu'ils ont été déposés les uns après les autres, et peut-être à de grands intervalles correspondants aux changements apportés dans les agents extérieurs et dans les con-

ditions d'existence des êtres organisés. La diminution de la température paraît avoir été un de ces changements les plus importants; la composition et la pression de l'atmosphère ont dû exercer aussi une influence puissante.

M. Brongniart a communiqué à l'Académie quelques-unes des observations faites par M. Boblaye, membre de la commission scientifique de Morée, sur la constitution géologique de ce pays.

Cette contrée est peu favorable à l'étude de la structure du globe, parce qu'un grand nombre de formations n'y sont pas représentées, et que la plupart des calcaires compactes y sont totalement dépourvus de fossiles.

Après de longues recherches, M. Boblaye est cependant parvenu à constater les formations suivantes :

1° Des phyllades anciens et quelques micaschistes formant la base des hautes chaînes du Taygète et de Monembasie, ainsi que le plateau des monts Chelmos, au nord de Sparte;

2° Des schistes talqueux et diverses autres roches de transition, associés à des marbres variés, dans les chaînes précédentes, et dans l'île de Salamine et l'Attique;

3° Des calcaires gris de fumée avec bélemnites, et des calcaires lithographiques avec jaspe, qui paraissent devoir être réunis à la formation précédente;

4° La formation du grès vert et de la craie avec nummulites, dicérates, hippurites et nérinées, analogues à la formation signalée au mont Perdu et dans les Alpes maritimes;

5° Des argiles et des poudingues polygéniques qui s'élèvent à la hauteur de 1200 à 1500 mètres, et qui représentent, probablement, les assises les plus anciennes du bassin de Paris;

6° Le terrain tertiaire continental ou littoral. Le premier, qui remplit tous les hauts bassins intérieurs, se termine supérieurement par des calcaires lacustres; le second, qui règne sur les rivages et à l'ouverture des grandes vallées, se rapproche beaucoup du terrain subapennin;

7° Des trachytes dans les presqu'îles de Poros, de Méthana, et l'île d'Égine.

M. Boblaye confirme l'opinion émise par M. Élie de Beaumont sur le soulèvement contemporain des chaînes de la Grèce dirigées du N. O. au S. E., et des chaînes parallèles de l'Apennin du midi de la France et des Pyrénées. La cause qui donna naissance aux Pyrénées souleva probablement du même bassin, les montagnes du Pinde et de l'Arcadie.

Le terrain tertiaire, sans avoir éprouvé de grandes dislocations, a fréquemment varié de niveau. Les couches marines n'atteignent jamais plus de 150 à 200 mètres, tandis que la craie compacte s'élève de 2000 à 2300 mètres au-dessus de la mer.

L'île d'Égine renferme des trachytes, des calcaires compactes et le terrain tertiaire. Ce dernier, très-développé dans la partie nord de l'île, entoure la ville moderne : il est formé, à sa base, de marnes verdâtres surmontées de calcaires grossiers, de conglomérats trachytiques et de calcaires lacustres. Toute la partie méridionale de l'île est trachytique : les vallées ou crevasses au milieu du terrain trachytique se dirigent, à Égine comme à Méthana, à peu près de l'est à l'ouest.

L'auteur fait remarquer la coïncidence de direction de tous les chaînons de l'Argolide et de l'Attique avec la direction des alpes du Valais jusqu'en Autriche.

BOTANIQUE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES.

L'organisation végétale ne présente pas, à beaucoup près, la même fixité que l'économie animale, dans l'arrangement ou la position relative des parties analogues. Toutefois, les anomalies signalées jusqu'ici, parmi les végétaux, se rapportent exclusivement aux organes sexuels, dont l'importance n'est que très-secondaire.

M. Auguste de Saint-Hilaire vient de constater, par de nouvelles observations, une de ces anomalies les plus remarquables, dans les résédacées, dont la bizarre conformation de la fleur est, depuis longtemps, un sujet de controverse entre les botanistes.

En observant la fleur avant son épanouissement, M. Aug. de Saint-Hilaire a vu les pétales, d'abord simples, uniquement trilobés, puis se denticulant, se découpant sur leurs bords; puis enfin, un second pétale paraître à leur base; en sorte que chaque pétale de réséda se compose de deux pétales opposés et soudés; ou, en d'autres termes, la corolle des résédas est formée de deux verticilles opposés l'un à l'autre.

Le godet que l'on remarque au sommet du support qui occupe le centre de la fleur est composé, suivant l'auteur, de deux verticilles soudés l'un sur l'autre. Le verticille extérieur se compose d'écailles nectariennes soudées entre elles, égales

en nombre à celui des pétales, alternes avec eux; et le verticille intérieur est formé des bases réunies des étamines, réellement monadelphes.

Ainsi, dans la fleur des résédacées, on distingue : 1° un verticille calicinal; 2° un verticille de pétales alternant avec les divisions du calice; 3° un second rang de pétales opposé au premier et soudé avec lui; 4° un verticille d'écailles nectariennes alternant avec le double rang de pétales; 5° des étamines; 6° le gynécée. Or, la fleur-type des dicotylédones présente, comme l'on sait, 1° le calice; 2° la corolle, composée d'autant de parties alternes avec celles du calice qu'il y a de divisions à ce dernier; 3° des étamines opposées aux pétales et en nombre égal; 4° des étamines alternes avec les pétales et en nombre égal aussi; 5° le nectaire; 6° le gynécée. En établissant un parallèle entre ces deux tableaux, et procédant de l'extérieur à l'intérieur, on trouve que le deuxième rang de pétales correspond ici aux étamines opposées de la fleur-type, les écailles nectariennes aux étamines alternes, et le verticille staminal au nectaire de la fleur-type.

L'auteur termine son mémoire par quelques réflexions sur l'application, aux résédacées, de la division générale établie par Dunal, Rœper et Lindley, des organes floraux en *gynécée* et *androcée* extérieur et intérieur. Il fait voir que, dans les résédacées, l'androcée extérieur est entièrement stérile, tandis qu'il est fertile dans la fleur-type, et que l'androcée intérieur, entièrement stérile, dans cette dernière, est tout entier fertile, dans les résédacées; enfin, que les écailles nectariennes des résédacées appartiennent à l'androcée extérieur.

M. Adolphe Brongniart s'est proposé de rechercher si ces organes foliacés et superposés que l'on distingue dans toute fleur complète, le calice, la corolle, etc., forment bien autant de verticilles parfaits, ou, en d'autres termes, si toutes les pièces de la même enveloppe sont exactement à la même hauteur autour de l'axe qui les rassemble. Il considère la manière dont les pétales se recouvrent dans beaucoup de fleurs pendant la préfleuraison, c'est-à-dire, avant l'épanouissement, comme une preuve que ces pièces sont insérées à diverses hauteurs. Ainsi, selon lui, dans la plupart des fleurs, les organes similaires, au lieu d'être exactement verticillés, sont, comme les feuilles, disposés à diverses hauteurs autour de l'axe ou rameau raccourci qui les porte; et comme les pièces les plus basses sont nécessairement les plus extérieures, il s'ensuit que leur mode d'enveloppement doit indiquer leur insertion primitive. D'après cela, la préfleuraison imbriquée qui présente les pièces de la corolle recouvertes les unes par les autres, indique leur disposition en ordre alterne, tandis que la disposition exactement verticillée peut être conclue légitimement de la préfleuraison valvaire, dans laquelle aucune pièce n'en recouvre une autre, ou même de la préfleuraison contournée, dans laquelle chaque pièce est, à l'égard de ses deux voisines, recouverte par un bord et recouvrante par l'autre.

Mais s'il y a nécessairement uniformité dans la disposition verticillée, il peut y avoir diversité dans la disposition alterne des pièces florales, tout comme dans celle des feuilles. M. Brongniart signale plusieurs modes d'alternation dont le plus fréquent est celui où les cinq pièces du calice ou de la corolle sont disposées en une spirale qui fait un peu plus d'un tour et

demi. C'est la préfleuraison quinconciale correspondant à la disposition en quinconce des feuilles.

Des faits très-nombreux qu'il a rassemblés sur ce sujet, M. Brongniart déduit une loi assez générale, qui manifeste un rapport curieux entre le mode de préfleuraison et la régularité ou l'irrégularité de la fleur.

Lorsqu'une famille de plantes offre la préfleuraison contournée ou valvaire, qui indiquent l'une et l'autre une disposition exactement verticillée, on n'y trouve presque jamais de fleurs irrégulières, et on ne rencontre point, dans son voisinage, quelque autre famille dérivée du même type qui ne se distingue que par l'irrégularité de la fleur.

Lorsqu'au contraire la préfleuraison est imbriquée, ce qui annonce une disposition alterne, on trouve très-souvent, dans la même famille, des fleurs régulières et des fleurs irrégulières, comme dans les renonculacées, ou bien, tout auprès de la famille à fleurs régulières, on rencontre une autre famille qui n'en diffère essentiellement que par l'irrégularité. Ainsi, d'après M. Brongniart, les légumineuses pourraient être considérées comme des rosacées, et les fumariacées comme des papavéracées à fleurs irrégulières.

Il y a sans doute, et l'auteur les signale lui-même en les expliquant, plusieurs exceptions à ces lois générales; car les lobéliacées, les synanthérées, les aristolochiées, offrent des fleurs irrégulières, bien que leur préfleuraison ne soit point imbriquée.

M. Brongniart attribue, avec beaucoup de vraisemblance, l'irrégularité des fleurs à la facilité variable d'accroissement des organes situés à des hauteurs différentes sur l'axe qui les porte, comme cela se voit manifestement dans les feuilles. Il

fait aussi une application, moins évidente cependant, de la même idée à l'avortement des carpelles ou parties du pistil qu'il suppose aussi disposées en spirale, et qui se réduiraient à trois ou à deux, selon que la partie extérieure ou intérieure serait plus disposée à prendre de l'accroissement.

M. Adrien de Jussieu, poursuivant la tâche longue et difficile qu'il s'est imposée de refaire une à une les familles naturelles, a soumis à l'Académie un travail considérable sur la famille des malpighiacées, dans lequel, d'accord en cela avec plusieurs botanistes modernes, il fait concourir à la formation, ou plutôt à la consolidation des familles, les observations d'anatomie et de physiologie végétales. Son mémoire contient des recherches sur le pollen, et des observations très-intéressantes sur la structure et le développement des ovules des malpighiacées; le fruit et l'inflorescence lui fournissent également des caractères qui n'avaient pas été signalés, et enfin les irrégularités plus ou moins notables qu'offrent, dans leurs organes floraux, toutes les espèces de cette famille, l'ont conduit à une théorie presque semblable à celle que, par un hasard singulier, M. Brongniart découvrait en suivant une autre voie, et que les deux auteurs ont, presqu'en même temps, soumise à l'Académie.

M. Adrien de Jussieu observe que, dans la préfleuraison, lorsque les divisions du calice ou sépales sont tordues ensemble, ou sont réunies bord contre bord à la façon des valves d'une capsule, les sépales, les pétales, les étamines, les ovaires, disposés en verticilles distincts, forment une fleur parfaitement régulière dans toutes les parties; et, qu'au contraire, lorsque

le calice offre une première et une seconde division extérieures, une troisième division recouverte d'un côté seulement par la seconde, une quatrième et une cinquième division tout à fait intérieures; en un mot, quand la préfleuraison est quinconciale, comme s'exprime M. de Candolle, le calice, la corolle, les étamines, les ovaires plus ou moins irréguliers et souvent incomplets, ne sont plus disposés en verticilles; or, si la préfleuraison valvaire ou la préfleuraison avec torsion des fleurs régulières est en rapport avec l'insertion verticillée des pièces qui composent leurs divers systèmes d'organes, il est naturel de penser qu'il existe également un rapport entre la préfleuraison quinconciale des fleurs irrégulières et les insertions des organes qui les composent.

M. de Jussieu reconnaît dans la préfleuraison quinconciale une disposition de parties tout à fait semblable à celle des feuilles attachées en spirale autour d'une tige. Selon lui, cette préfleuraison n'est pas seulement l'indice d'une insertion déterminée, elle en est encore la représentation la plus fidèle.

En s'élevant sur l'espèce de cône que représente le réceptacle des fleurs irrégulières, les tours de spirale se resserrent. Ainsi les parties d'un même système d'organes trouvent d'autant moins d'espace pour se développer qu'elles approchent davantage du sommet du cône, d'où il résulte : 1° que les déformations et les avortements sont plus fréquents dans les quinconces supérieurs; et 2° que, dans un même quinconce, ce sont surtout les parties les plus élevées qui éprouvent ces accidents.

M. de Jussieu applique ensuite sa doctrine à chaque système d'organes de la fleur des malpighiacées, et fait connaître une multitude d'observations curieuses sur les organes floraux des plantes de cette famille et des familles voisines.

L'auteur termine la première partie de son mémoire par l'exposition d'un fait qui intéresse non-seulement l'histoire des malpighiacées, mais encore celle de la végétation en général. Le *carnarea hirsuta* et le *carnarea affinis* produisent deux sortes de fleurs; les unes, situées à la partie supérieure des tiges, très-apparentes, pourvues de quatre pétales assez grands, de six étamines bien developpées, de trois pistils féconds; les autres fleurs très-petites, cachées dans l'aisselle des feuilles inférieures, privées de corolles, n'ayant qu'une étamine indéhiscente sans pollen, et deux ovaires ordinairement sans style ni stigmate, lesquels, toutefois, donnent de bonnes graines comme les ovaires des fleurs complètes.

La seconde partie du mémoire offre les caractères des genres, la série de toutes les espèces et la description de celles qui sont nouvelles.

Dans son *Genera plantarum*, M. Laurent de Jussieu a partagé les malpighiacées en deux groupes secondaires, qu'il caractérise, l'un par des fruits charnus, l'autre par des fruits ailés; mais M. Adrien de Jussieu objecte qu'il existe des genres à fruits capsulaires, ou sans ailes, qui ne rentrent ni dans l'une ni dans l'autre section, ou qui servent de transition de l'une à l'autre.

Aux deux groupes admis par M. Antoine-Laurent de Jussieu, un troisième a été ajouté par M. de Candolle, celui des malpighiacées monostyles; mais comme ce prétendu style unique, dit M. Adrien de Jussieu, est, de fait, un faisceau de plusieurs styles soudés ensemble, procédant d'un égal nombre d'ovaires conjoints, il arrive que tel genre renferme des espèces dont les styles sont réunis jusqu'au sommet, et d'autres où ils sont séparés jusqu'à la base. Ces motifs déter-

minent l'auteur à n'admettre ni les deux divisions de M. Laurent de Jussieu, ni celles de M. de Candolle; et, considérant qu'ici les genres ne se distinguent les uns des autres que par diverses combinaisons graduées d'avortement, et que les affinités disparaissent en substituant à l'enchaînement naturel des coupures artificielles, il présente la famille dans son ensemble sans y introduire aucune section.

Tous les genres ont été revus, modifiés, perfectionnés; on en comptait quinze ou seize, ce nombre s'est accru encore de huit.

Les espèces décrites s'élevaient à 195 environ; mais quelques-unes étaient étrangères à la famille, d'autres, en très-grand nombre, étaient égarées dans des genres auxquels elles n'appartenaient pas; enfin il y avait une multitude de doubles emplois.

M. de Jussieu ayant à sa disposition d'immenses matériaux, est parvenu à trouver de nouveaux caractères pour la détermination des espèces, ou à faire connaître l'importance de ceux dont on n'avait pas bien apprécié la valeur. Ces réformes et ces corrections étant faites, il a décrit 90 espèces nouvelles, nombre à peu près égal à la moitié de celui des espèces que l'on connaissait.

M. Adrien de Jussieu a également présenté à l'Académie un mémoire contenant des observations sur quelques plantes du Chili : ce travail, n'offrant que des observations détachées, n'est guère susceptible d'analyse, quoiqu'il soit du nombre de ceux à l'aide desquels la science avance, à pas lents, mais assurés. Nous nous contenterons de dire que ses observations l'ont conduit 1° à proposer la réunion des genres *francoa* et *tetilla* en un petit groupe voisin des saxifragées, sous le

nom de francoacées; 2° à signaler plusieurs traits d'analogie entre le genre *villaresia* et le houx, *ilex aquifolium;* 3° à indiquer la grande ressemblance du *dicostea* et de l'*aucuba;* 4° à établir un nouveau genre sous le nom de *gayophytum*, du nom de M. Gay de Draguignan, auteur de la découverte de la petite plante de l'ordre des *onagraires*, qui devient le type de ce genre; 5° à prendre pour type d'un nouveau genre, que l'on nommerait: *chiropetalum*, le *croton lanceolatum* de Cavanilles.

Enfin, M. Adrien de Jussieu a découvert, dans l'herbier du muséum, deux plantes indéterminées, rapportées de Madagascar par Commerson et Chapelier, qui lui ont paru devoir former un genre nouveau dans la famille des ardisiacées de Laurent de Jussieu, ou myrsinées de R. Brown. Non-seulement on y voit, comme dans les autres espèces de la même famille, les filets des étamines soudés à la base de la corolle, ou même entre eux à leur partie inférieure, comme dans l'*ægiceras*, mais ces filets, réunis dans toute leur longueur, forment une seule masse ovoïde ou cylindrique. De là le nom d'*oncostemum*, que l'auteur propose de donner à ce nouveau genre.

La famille des chénopodées, composée de plantes dont les formes sont peu gracieuses, et les fleurs verdâtres, souvent à peine visibles, a peu fixé jusqu'ici l'attention des botanistes; M. Alfred Moquin a formé le projet de soumettre à une étude approfondie toutes les espèces de cette nombreuse famille si peu connue, et il a déjà présenté à l'Académie le résultat de ses recherches sur le genre *sueda* et les chénopodées les plus voisines.

Les *sueda,* plantes à tige ligneuse ou herbacée, à feuilles grasses et succulentes, presque toujours vermiculaires ou cylindriques, croissent sur le bord de la mer et des lagunes; tous peuvent donner de la soude par l'incinération : mais cette substance est accidentelle dans leur tissu, car elle disparaît quand la culture a lieu loin des eaux salées.

M. Moquin passe successivement en revue les organes de la nutrition et ceux de la reproduction dans les *sueda;* mais il ne se borne pas à de simples descriptions, il tâche d'expliquer toutes les anomalies que présentent les plantes dont il s'occupe, et il cherche à rattacher leur structure particulière au plan général de l'organisation végétale. C'est ainsi qu'il donne des détails intéressants sur la soie qui termine les feuilles du *sueda setigera*, des explications ingénieuses sur l'insertion des étamines plus périginique dans les *sueda* que dans les autres chéponodées, sur l'existence du périsperme dans les *atriplex,* les *beta*, les *chenopodium*, et son absence dans les *salsola,* les *camphorosma*, etc. Il établit un rapprochement très-remarquable entre le développement des embryons à l'époque de la maturité, et la présence ou l'absence de périsperme dans les graines de la même famille. L'embryon qui est accompagné de périsperme est toujours moins avancé que celui qui en est dépourvu; comme si, dans le second cas, l'embryon avait absorbé, pendant la maturation, l'équivalent de la substance qui constitue le périsperme dans les graines munies de cet organe.

Dans les chénopodées où se trouve un périsperme, l'embryon est d'une couleur blanche; il est verdâtre, au contraire, dans celles où le périsperme n'existe pas. Les *sueda* cependant offrent une exception à cette règle; car ils ont un em-

bryon blanc, et l'on ne voit chez eux aucune trace de périsperme. Mais cette exception même confirme l'explication que donne M. Moquin de la différence dont il s'agit. Les chénopodées dont l'albumen est abondant présentent un double tégument dont l'extérieur, épais et crustacé, empêche la lumière de pénétrer jusqu'à l'intérieur de la graine : l'embryon est donc dans l'obscurité et doit rester blanc. Au contraire, dans les chénopodées qui ont un fruit coloré, cet organe est muni d'une tunique simple membraneuse, très-mince, à travers le tissu de laquelle une certaine quantité de lumière peut facilement passer. Or, quoique les *sueda* aient, comme ces dernières espèces, un embryon sans périsperme, le tégument extérieur de la graine est crustacé et complétement opaque.

M. Moquin donne aussi les caractères et trace les limites des genres *schanginia* et *schoberia* proposés par M. Meyer, et il pense que les trois genres qu'il a ainsi rapprochés forment, dans le groupe des chénopodées, une petite tribu fort naturelle, qui se fait distinguer par un embryon blanc ou blanchâtre, tourné en spirale, ordinairement privé de périsperme, et toujours entouré d'un tégument double, dont l'extérieur est crustacé.

Il arrive souvent que les voyageurs auxquels le langage botanique est inconnu, ou du moins peu familier, décrivent une plante d'une manière si incomplète, qu'il est difficile de la reconnaître, bien qu'ils nous donnent, en même temps, des notions précieuses sur ses usages et ses propriétés. Pour que ces notions ne soient pas perdues, les naturalistes doivent

s'appliquer à découvrir quelles espèces les voyageurs ont eues sous les yeux, et à établir la concordance des noms indiqués par ces derniers avec la nomenclature scientifique : c'est un travail pénible et peu séduisant, mais dont les botanistes reconnaissent toute l'importance. Aussi M. de Jussieu, dans le Dictionnaire des sciences naturelles, a-t-il eu soin de noter la correspondance des noms employés par les botanistes avec les noms vulgaires des plantes qu'il trouvait indiquées dans les livres anciens et dans les écrits des auteurs modernes étrangers à l'histoire naturelle.

Ce qu'il a voulu faire pour l'ensemble des végétaux, M. le docteur Vallot l'a essayé pour quelques espèces particulières, dans un travail relatif à plusieurs plantes mentionnées par les voyageurs qui ont visité l'Afrique centrale.

Les nombreux détails qui composent ce mémoire ne sont point susceptibles d'analyse; nous dirons seulement que le travail de M. Vallot peut être considéré comme un indicateur très-utile pour ceux qui marcheront sur les traces de Caillié, d'Oudney et de Denham, et comme une source de bons renseignements pour les botanistes.

M. de Mirbel a communiqué à l'Académie une longue suite d'observations anatomiques et physiologiques faites avec son exactitude ordinaire, sur le *marchantia polymorpha*, pour servir à l'histoire du tissu cellulaire, de l'épiderme et des stomates. L'importance des questions traitées dans ce mémoire, motive suffisamment l'étendue de l'extrait que nous allons en donner.

L'auteur a pensé que l'étude approfondie de la structure

interne du *marchantia polymorpha*, petite cryptogame toute cellulaire, qui croît dans les lieux humides, pourrait répandre quelque lumière sur plusieurs points très-importants de l'organisation végétale. Les résultats qu'il expose semblent justifier cette conjecture. Il porte d'abord son attention sur la plante, parvenue à son plus haut degré de développement; puis, jetant ses regards en arrière, il l'examine dans l'œuf végétal, la suit dans ses progrès, et prend note jour par jour, et quelquefois même heure par heure, des modifications successives qu'elle subit, jusqu'à ce qu'elle ait atteint l'état de perfection qu'il a fait connaître au commencement de son mémoire.

Le *marchantia* adulte offre des expansions vertes, allongées, sinuées, espèces de feuilles tantôt appliquées sur le sol, tantôt redressées. La face supérieure de ces expansions est peinte d'étroites bandes verdâtres qui, se croisant en biais, la divisent en petites losanges à surface un peu convexe et d'un vert foncée. Au milieu de chaque losange est située l'ouverture d'un grand stomate qui correspond à une chambre interne, laquelle est séparée, des chambres voisines, par des cloisons cellulaires fixées par leur base à la masse du tissu sous-jacent, et par leur sommet, à la partie inférieure des bandes verdâtres tracées sur la lame cellulaire superficielle, ou, selon l'expression vulgaire, sur l'épiderme. Des papilles moniliformes, simples ou ramifiées, composées de cellules unies bout à bout, garnissent l'aire et les cloisons des chambres. Un, deux ou trois anneaux elliptiques, formés chacun de quatre cellules et superposés l'un à l'autre, constituent la *margelle* du stomate, dont l'ouverture inférieure est rétrécie plus ou moins par quatre ou cinq grosses cellules que l'auteur

désigne sous le nom d'*anneau obturateur*. Nulle communication visible n'existe entre les chambres; néanmoins les injections colorées que l'auteur a faites, au moyen de la machine pneumatique, lui font croire que les fluides et les gaz doivent passer d'une cavité dans une autre, par pénétration des membranes.

La face inférieure des expansions n'offre ni losanges ni stomates, et, par conséquent, il n'y a ni chambres, ni papilles sous la couche cellulaire superficielle, et cette couche est parfaitement continue avec le tissu interne. Des nervures relevées en bosses se montrent dans la longueur de l'expansion, et elles se prolongent quelquefois en pédoncules, chacun surmonté d'un chapeau divisé en lobes profonds auxquels sont suspendus des péricarpes remplis de séminules. La partie du pédoncule qui regarde la face supérieure de l'expansion est, comme elle, marquée de bandes verdâtres, divisée en losanges, criblée de stomates, et creusée intérieurement de chambres garnies de papilles. La partie de ce pédoncule qui correspond à la face inférieure a une organisation toute semblable à la sienne: l'une et l'autre développent des racines qui sont de simples cellules allongées en tubes.

Sur la face supérieure des expansions, on remarque souvent d'élégantes petites corbeilles à bord dentelé: espèces de réceptacles au fond desquels sont des bulbilles verts, aplatis comme des lentilles.

Toute la partie du tissu cellulaire voisine de la surface de la plante, contient de la matière verte dans des vésicules qui sont certainement fixées sur les membranes, et non libres, ainsi que l'ont avancé plusieurs observateurs; car lorsque l'on déchire les cellules, et que l'on agite leurs lambeaux dans

de l'eau ou de l'alcool, les vésicules ne changent point de place, et il en serait tout autrement si elles n'étaient retenues par un lien organique.

Tel est le *marchantia* dans son parfait développement. Examinons maintenant avec l'auteur la séminule et la germination. La séminule est une simple utricule close, membraneuse, diaphane, dans laquelle sont logées des vésicules remplies d'une matière jaune. Exposée à l'humidité, la séminule produit d'abord un tube qui se termine en *cœcum* et n'est qu'une expansion de l'un des points de la paroi; alors la matière jaune devient verte. Peu après, des cellules, ou, pour mieux dire, des utricules, se développent à la superficie de la séminule ou de son tube et, à leur tour, ces utricules en engendrent d'autres. Leur arrangement diffère dans chaque individu, mais, dans tous, leurs caractères essentiels sont les mêmes : elles sont la répétition fidèle de la séminule dont elles tirent leur origine. Jusqu'ici il n'y a pas de symétrie dans les développements; bientôt elle s'établit : le tissu s'étale en une expansion foliacée qui s'élargit et s'épaissit par l'addition de nouvelles utricules, lesquelles surgissent entre les parois contiguës des anciennes ou à leur superficie.

La formation d'une corbeille s'annonce par le soulèvement de la couche cellulaire superficielle, et sa division en dentelures convergentes qui se recouvrent mutuellement. A mesure que la base s'élargit, les dentelures sortent de dessous les unes des autres et se placent côte à côte au même niveau, comme des cartes que l'on fait glisser entre ses doigts. Une multitude de bulbilles naissants couvrent le tissu cellulaire du fond de la corbeille. A cette époque, chaque bulbille n'est composé que de deux utricules, l'une inférieure, c'est le pé-

doncule, l'autre supérieure, c'est le bulbille proprement dit. Cette dernière utricule grandit; sa transparence se trouble; un tissu cellulaire, développé à sa surface interne, remplit sa cavité, et sa paroi se confond et s'identifie avec le nouveau tissu : c'est précisément ainsi que les choses se passent dans le globule embryonnaire des phanérogames.

Au moment où le bulbille, arrivé à maturité, se détache de son pédoncule, ses deux faces ne diffèrent en rien l'une de l'autre. Elles ne présentent ni racines ni stomates, et la dissection prouve que la structure interne se réduit à un simple tissu cellulaire sans épiderme distinct, sans chambres et sans papilles. Mais quelques heures après, la face qui touche le sol s'enracine, et, un peu plus tard, celle qui regarde le ciel se couvre de stomates.

Si avant l'apparition des stomates, mais après celle des racines, on retourne le bulbille sens dessus dessous, la face qui avait déjà ressenti l'influence de l'air et de la lumière se replace en partie, comme par un mouvement instinctif, dans sa situation première, et les stomates se développent.

L'apparition sur la face supérieure d'une fossette au milieu de quatre ou cinq cellules disposées en anneau, est le premier indice de la naissance d'un stomate. La fossette n'existait pas quelques heures avant : comment s'est-elle formée?... comment s'agrandit-elle sous l'œil de l'observateur?... L'auteur répond qu'elle s'est formée et qu'elle s'agrandit par l'écartement et l'extension spontanés des cellules environnantes. Quand elle a atteint une certaine dimension, son fond se perce d'un grand trou carré, ou se fend en étoile du centre à la circonférence : le nombre, la configuration et l'arrangement des cellules du fond expliquent ce double mode de déhiscence. S'il y a cinq

cellules, dont une carrée au centre, flanquée de quatre autres disposées en anneau, la cellule centrale se détruit, et sa place reste vide: c'est ce qui arrive le plus souvent dans les stomates des expansions foliacées. S'il y a trois, quatre, cinq cellules cunéiformes, ajustées ensemble en manière de disque, les angles des cellules, aboutissant au centre, se désunissent, s'isolent les uns des autres, et les espaces qu'ils laissent entre eux dessinent une étoile. C'est le cas ordinaire pour les stomates du pédoncule: à la faveur de l'ouverture, l'œil, armé du microscope, perce jusqu'au tissu sous-jacent, et y distingue les globules verts que renferment les cellules.

C'est seulement quand le stomate paraît que la couche cellulaire superficielle se soulève et se sépare du tissu sous-jacent, et cette séparation n'a lieu qu'autour du stomate. A la même époque, les papilles commencent à se développer dans les cellules du tissu; à mesure que les papilles s'allongent par la production de nouvelles utricules, les cellules s'agrandissent par la disparition des cloisons, si bien que le tissu, jusqu'à une certaine profondeur, est enfin remplacé par une chambre toute garnie de papilles. Or, ce changement n'est pas, selon l'auteur, le résultat d'une force mécanique qui procéderait par rupture et déchirement; aucun lambeau de membrane ne paraît; la destruction s'opère sans laisser de trace. Même chose arrive pour le tissu correspondant aux stomates voisins, et, en définitive, chaque chambre se trouve circonscrite par des pans de tissu cellulaire qui restent debout et ne se séparent pas de la couche superficielle.

Cette analyse suffit pour donner une idée sommaire de la structure interne du *marchantia;* mais pour faire apprécier le mérite de ce genre de recherches, il est nécessaire d'appeler

plus particulièrement l'attention sur les généralités qui, selon l'auteur, résultent des faits qu'il a observés.

D'habiles observateurs ont avancé que le tissu cellulaire des plantes se formait par le rapprochement et la réunion de vésicules qui d'abord étaient libres et nageaient isolément dans les cavités des cellules. A cette hypothèse, l'auteur oppose la théorie des développements continus, dont il voit un exemple frappant dans la germination de la séminule du *marchantia*. Cette graine, véritable utricule, ne se déchire pas pour donner passage aux petites vessies qu'elle renferme, elle continue de former un vase clos. Les petites vessies ne se réunissent pas pour composer un tissu ; elles restent fixées sur la face interne de la paroi, et le seul changement visible qu'elles éprouvent, est qu'elles passent du jaune au vert. Quant aux nouvelles utricules, elles éclosent à la superficie, soit de la séminule, soit des utricules qui les ont devancées ; elles n'en diffèrent que parce qu'elles sont plus jeunes, et cette génération d'êtres similaires et continus dure aussi longtemps que la végétation de la plante, ou, pour parler en termes plus positifs, n'est autre chose que son mode de développement. Ici, dit l'auteur, rien n'est hypothétique ; c'est l'histoire pure et simple de faits matériels que tout le monde peut vérifier.

Jusqu'à ces derniers temps, l'auteur avait cru que les cloisons des cellules contiguës étaient simples, comme les lames liquides qui séparent les bulles d'air d'une écume ; aujourd'hui, il reconnaît que chaque cellule est formée par une utricule complète, et que par conséquent les cloisons des cellules contiguës sont composées d'une double membrane. Sa conviction résulte d'une observation qui lui semble plus décisive que

toutes celles qu'on lui avait opposées; il a vu se former les stomates du *marchantia* par séparation des utricules, lesquelles, emportant chacune la portion de cloison qui lui appartenait, étaient entières et closes après comme avant la désunion.

Les botanistes ne sont point d'accord sur la nature de l'enveloppe cellulaire ou, si l'on veut, de l'épiderme des plantes. Les uns n'y voient que la couche la plus extérieure du tissu, modifiée plus ou moins par des causes secondaires, les autres affirment que c'est un organe essentiellement différent du tissu sous-jacent, par son origine et sa structure. La première opinion, celle que l'auteur a toujours défendue, est devenue incontestable, à ses yeux, depuis qu'il a acquis la certitude que, dans les jeunes expansions du *marchantia*, il existait une parfaite continuité entre la couche cellulaire superficielle et le tissu interne, et que, dans les expansions plus âgées, la continuité n'était interrompue que partiellement.

Il s'est également convaincu que les stomates commencent à se développer avant que la couche cellulaire superficielle se soit séparée du tissu sous-jacent, et il remarque que leur apparition précède toujours la formation des chambres et le développement des papilles; ce qui le persuade qu'il y a liaison et subordination entre ces phénomènes. Enfin, il regarde comme très-probable que la lumière est la cause immédiate de toutes ces modifications organiques, et pour justifier cette opinion, il montre qu'en exposant, à l'action des rayons lumineux, l'une ou l'autre face d'un jeune bulbille, il y détermine l'ouverture des stomates, laquelle amène immanquablement le soulèvement de l'épiderme, la formation des chambres et le développement des papilles.

Il y a plusieurs années que M. Ad. Brongniart a montré comment le pollen agit sur le stigmate, et par quelle voie le fluide fécondant parvient de là jusqu'à l'ovule, dans toutes les plantes dont les organes reproducteurs, construits sur le plan ordinaire, ne présentent aucune anomalie; mais on pouvait élever des doutes à l'égard de certaines plantes d'une structure insolite, telles que les orchidées, les cistinées, les asclépiadées, et M. Brongniart s'est proposé de rechercher, par des observations directes, si, dans ces familles, on pouvait encore supposer le même mode de fécondation que dans les végétaux ordinaires.

D'abord le pollen, qu'il soit aggloméré en masse comme dans les *orchis*, ou pulvérulent comme dans les *épipactés*, donne toujours lieu, en tombant sur le stigmate, à la formation de tubes membraneux qui pénètrent dans le tissu stigmatique.

L'ovaire des orchidées présente intérieurement une cavité simple munie de trois saillies longitudinales divisées chacune en deux lames; ce sont les placentas qui portent, sur leur bord libre, une infinité d'ovules disposés de manière que leur ouverture, par laquelle on suppose que le fluide fécondant peut et doit parvenir, se trouve diamétralement opposée à leur point d'attache sur le placenta. M. Brougniart explique de la manière suivante comment, dans ce cas, le fluide peut leur être transmis.

Le tissu stigmatique se continue dans l'axe de la colonne qui constitue le style; puis il se divise au sommet de la cavité de l'ovaire en trois faisceaux, subdivisés chacun en deux bandelettes filamenteuses, qui s'appliquent sur les deux lames de chaque placenta. De plus, les filaments libres qui forment ces

bandelettes sont contournés ou repliés en festons qui pénètrent entre les ovules et paraissent souvent s'étendre jusqu'à l'orifice de leur extrémité, en sorte que le tissu stigmatique servant de conducteur au fluide fécondant peut atteindre l'ouverture des ovules.

La famille des cistinées, ainsi que l'a remarqué M. R. Brown, paraît offrir, comme celle des orchidées, des objections contre la théorie qui fait cheminer le fluide fécondant depuis le stigmate jusque dans l'intérieur de l'ovule où il pénétrerait par l'ouverture des téguments. En effet, dans cette famille comme dans la précédente, l'ouverture des téguments de l'ovule est ordinairement opposée au point d'attache de cet ovule; mais les observations de M. Brongniart lui ont fait voir que, dans toutes les espèces où l'ouverture des ovules est opposée à leur point d'attache, ce qui est le cas ordinaire, ces ovules sont portés sur un cordon ombilical très-long et recourbé ou réfléchi, de telle sorte que l'extrémité libre et ouverte de l'ovule se trouve en contact avec les parois de l'ovaire des cloisons ou des placentas; ce qui suffit pour faire admettre, au moins, la possibilité d'une communication entre le stigmate et l'ouverture des ovules, puisque le tissu stigmatique ou conducteur de la fécondation peut très-bien ramper le long des parois de l'ovaire.

M. Brongniart signale encore des faits extrêmement remarquables que lui a fournis l'examen des *helianthemum lævipes* et *thymifolium, ægyptiacum* et *niloticum,* et il conclut de leur ensemble que, quelle que soit la structure du pollen, ses grains produisent toujours un long tube membraneux qui pénètre entre les utricules du stigmate pour déposer, dans son tissu, la matière fécondante, et que, malgré toutes les modifi-

cations de structure de l'ovaire, le tissu stigmatique ou conducteur y pénètre toujours et s'y dispose de manière à se trouver en contact avec la partie de l'ovule qui, étant ouverte, permet l'introduction de la matière fécondante.

Les recherches du même savant sur *la structure et le mode d'accroissement des tiges, dans quelques familles de plantes dicotylédones,* l'ont conduit à la découverte d'une multitude de faits curieux, qui prouvent que, sous ce rapport, les végétaux présentent bien moins d'uniformité qu'on ne le croyait. Les résultats auxquels il est parvenu semblent d'ailleurs confirmer cette opinion de M. de Candolle : Que la classification ne pourra être considérée comme vraiment naturelle que lorsqu'on aura fait concourir les caractères déduits des organes de la végétation avec ceux que fournissent les organes de la reproduction.

Dans la plupart des dicotylédones ligneuses, les faisceaux fibreux disposés en cercles concentriques qui forment les couches successives du bois et du liber se rapprochent latéralement et s'unissent de distance en distance, en sorte que les rayons ou plutôt les lames médullaires qui les séparent se trouvent fréquemment interrompues, dans leur longueur, par des réticules. Cette disposition habituelle n'est cependant pas générale. Ainsi dans la vigne et dans le *cissus*, les rayons médullaires forment de très-longues lames continues, non interrompues, et M. Brongniart a reconnu que la continuité des rayons médullaires d'une articulation à l'autre peut être admise au nombre des caractères appartenant aux renonculacées, aux vignes, aux ménispermées, aux berberidées, aux aristo-

lochiées, aux pipéracées. D'après lui, la plupart des plantes grimpantes offrent, d'ailleurs, pour caractères communs et indépendamment de toute distinction de famille, une tige presque entièrement composée de vaisseaux d'un large calibre, au point d'être visibles à l'œil nu sur une coupe transversale : structure qui convient au mouvement rapide de la séve nécessitée par l'abondante transpiration à la surface de feuilles larges et nombreuses.

L'auteur signale quelques caractères d'organisation interne qui lui semblent distinguer les vignes, les clématites, les aristoloches. Le plus remarquable est celui qu'il a observé dans cette dernière famille et qui consiste dans la forme elliptique ou oblongue de la coupe de la moelle.

Il a aussi constaté que, dans les ménispermées, le liber reste toujours tel qu'il était la première année, sans prendre aucun accroissement; ainsi le cambium qui s'interpose entre le bois et l'écorce, au lieu de se partager, comme à l'ordinaire, en deux couches, l'une de bois, l'autre de liber, se réunit ici, tout entier, au corps ligneux.

La structure interne de la tige des ménispermées est encore remarquable en ce que le corps ligneux est divisé en plusieurs couches concentriques parfaitement distinctes et indépendantes, dont chacune est le produit de plusieurs années, et en ce que les couches nouvelles manquent souvent complétement sur un côté de la tige qu'elles laissent ainsi tout à fait nu.

Quant aux pipéracées, elles offrent aussi des particularités caractéristiques très-notables qui consistent : 1° en ce qu'il se forme de nouveaux faisceaux fibreux entre ceux qui composaient primitivement l'anneau ligneux qui entoure la moelle,

d'où résulte un accroissement en diamètre du canal médullaire; 2° en ce qu'il existe dans l'intérieur de la moelle des faisceaux fibreux analogues à ceux du corps ligneux et dont le nombre s'accroît d'année en année.

M. Adolphe Brongniart pense que l'anatomie comparée devrait faire la base de la classification des végétaux, aussi bien que de celle des animaux; que les feuilles et les fleurs ne peuvent offrir des modifications essentielles, sans que la structure interne de la tige qui les produit en offre également. Il croit même que le vrai type caractéristique de l'organisation d'une plante doit se trouver dans le corps de sa tige, plutôt que dans les appendices qui constituent ses feuilles et ses fleurs.

La face inférieure des feuilles est souvent blanchâtre ou d'un vert moins foncé que celui de leur face supérieure. Cette différence pouvait être attribuée à ce que la lumière, principale cause de la coloration en vert des végétaux, agit plus directement et plus puissamment sur la face supérieure que sur la face inférieure de la feuille; mais M. Dutrochet a reconnu que ce phénomène tient à l'existence d'un grand nombre de petites cavités remplies d'air et au défaut de diaphanéité que produit la présence de cet air dans le tissu de la feuille.

M. Dutrochet a mis ce fait en évidence, en plaçant, dans le vide, des feuilles recouvertes d'eau. L'air contenu dans leur tissu se dégage, et lorsqu'on rétablit la pression atmosphérique, l'eau remplace l'air qui a été extrait, et la face inférieure des feuilles se trouve aussi verte que la face supérieure. Dans la plupart des feuilles, c'est par les ouvertures de l'épiderme que sort l'air soutiré et que s'introduit l'eau; mais il

est certaines feuilles dont l'épiderme, difficilement perméable, force l'air et l'eau de prendre une autre route; le premier pour sortir de la feuille, et la seconde pour y rentrer. Ainsi, par exemple, dans la feuille de *nymphea*, l'air soutiré par la pompe pneumatique ne sort que par l'extrémité coupée du pétiole, et ce n'est que par cette voie que l'eau s'introduit pour remplacer l'air qui a été extrait. Le même phénomène a lieu avec la feuille du *camelia*. Il prouve que les cavités aérifères de la feuille correspondent directement avec des canaux situés dans le pétiole. M. Dutrochet a expérimenté, comme M. Th. de Saussure, que l'air extrait du tissu des feuilles est de l'air atmosphérique privé d'une partie de son oxygène. M. Dutrochet a aussi reconnu que c'était à la même cause qu'il fallait attribuer la belle coloration en blanc des corolles de beaucoup de fleurs.

Des pétales de lis recouverts d'eau et mis dans le vide perdent leur air intérieur; lorsque la pression atmosphérique leur est rendue, l'eau s'introduit dans les cavités qui ont été abandonnées par l'air, et alors les pétales deviennent transparents.

Enfin l'expérience lui a démontré que l'air atmosphérique que contiennent les feuilles et les autres parties des végétaux est aussi nécessaire, pour l'exercice des fonctions de la vie végétale, que l'est l'air respirable pour l'exercice des fonctions vitales chez les animaux.

Une sensitive tenue pendant dix-huit heures dans le vide, a perdu complétement son excitabilité, et l'a récupérée par une exposition suffisamment prolongée à l'air libre. Dans le vide il n'y a ni sommeil ni réveil des plantes; et, ce qu'il y a de remarquable, la longueur de leur sommeil augmente lors-

que la quantité d'air qu'elles contiennent diminue. Ainsi M. Dutrochet a vu qu'en soutirant, aux feuilles du *phaseolus vulgaris,* une partie de leur air intérieur, au moyen de la pompe pneumatique, on augmente la durée de leur sommeil qui commence plus tôt et finit plus tard que pour les feuilles de la même plante qui ont conservé tout leur air intérieur.

M. Girou de Buzareingues, correspondant de l'Académie, lui a soumis les résultats d'un nombre considérable d'expériences et d'observations sur la génération des plantes et sur le rapport numérique des sexes dans le règne végétal. Il a recherché si certaines espèces dioïques peuvent se reproduire sans le concours des organes mâles. Ses expériences ont été faites sur un grand nombre de pieds de chanvre et de lychnis dioïca. La suppression totale des individus mâles, pour le chanvre, et la floraison des individus femelles de lychnis, longtemps avant l'apparition des fleurs mâles de la même espèce dans les environs, n'a point empêché la fécondation des graines. Toutefois, comme on sait que quelques étamines se trouvent accidentellement dans les fleurs femelles de ces plantes, on ne saurait en déduire avec certitude l'inutilité des organes mâles pour la fécondation. Il faut en dire autant de l'observation communiquée par M. Dureau de la Malle, d'un pied de chanvre femelle dont toutes les graines sont venues à maturité, quoique cette plante se fût développée isolément dans une cour entourée de murailles élevées. Depuis Spallanzani on n'a fait aucun progrès dans la solution de cette importante question.

M. Girou a aussi examiné si, en recueillant les graines à des hauteurs différentes sur l'épi, ou sur la tige qui les porte, ou si, en les distinguant par leur volume, on arriverait à quelque résultat appréciable, soit sous le rapport numérique des sexes, soit sous le rapport de la taille des individus. Il a reconnu :

1° Que les graines provenant du sommet soit de l'épi, soit du trophosperme, ont produit constamment plus de femelles que celles qui proviennent de la base ;

2° Que, dans le chanvre, les graines de la base ont produit plus de femelles que celles du milieu ;

3° Que les graines fournies par les tiges les plus grêles, tant du chanvre que de l'épinard, ont donné le plus de mâles ;

4° Que, dans le chanvre, les graines les plus grosses ont produit les plantes les plus grandes, et les plus petites graines, les plantes les plus petites.

Les recherches de M. Girou sur un certain nombre d'espèces monoïques, polygames et dioïques, l'ont conduit à comparer entre eux, avec un soin tout particulier, les individus mâles et femelles des mêmes races, et il y a signalé des différences fort remarquables, non-seulement dans les fleurs où elles étaient bien connues depuis longtemps, mais encore dans les autres parties, telles que les feuilles, les tiges, les rameaux, les racines, etc.

M. Girou a cru reconnaître, enfin, dans l'ensemble de ces observations, une relation intime entre les fleurs mâles et les couches extérieures de la tige, de même qu'entre les fleurs femelles et les couches intérieures.

M. Girou de Buzareingues a encore présenté, sur l'évolu-

tion et l'accroissement en diamètre des plantes exogènes, des vues nouvelles et ingénieuses qui, à la vérité, n'ont point encore reçu la sanction de l'expérience. Nous livrons, aux méditations des physiologistes, les principales propositions que l'auteur cherche à établir :

1° A l'aisselle de chacune des feuilles de la plante naissante, il se forme un pli intérieur longitudinal qui comprend toutes les couches de la tige, depuis la moelle jusqu'à la circonférence; c'est ce pli qui donne naissance au bourgeon;

2° Chaque organe foliacé du bourgeon est dû à l'une des couches superficielles de la tige;

3° La feuille elle-même représente l'écorce, et ses nervures, les plicatures des couches intérieures;

4° Quand il n'existe aucun obstacle, toute plicature longitudinale formée dans la tige se continue jusqu'à la racine, et toute plicature formée sur la racine se prolonge jusqu'aux branches;

5° L'évolution d'un bourgeon se fait, comme celle d'un oignon, selon l'ordre d'emboîtement des feuilles qui le composent. Les feuilles les plus basses étaient, dans le bourgeon, les plus extérieures, et les plus hautes, les plus centrales;

6° En divisant, par le nombre des verticilles, celui des rameaux d'une tige annuelle, abstraction faite des ramuscules supérieurs, on obtient le nombre des couches du bas de la tige;

7° Dans les plantes vivaces, l'évolution de chaque bourgeon se fait, la deuxième année, de la même manière que s'est faite celle de l'embryon, l'année précédente. Dans les rameaux comme dans la tige, les couches extérieures répondent aux plus bas verticilles et les plus intérieures aux plus hauts.

Les couches les plus intérieures du rameau répondent aux zones les plus centrales de la tige, et les couches extérieures du premier, aux zones superficielles de la seconde.

On sait que Lahire, au commencement du siècle dernier, voulut établir que les couches ligneuses, dont l'ensemble constitue le tronc des arbres, procèdent des bourgeons, dont elles seraient les racines, et que, comme les autres racines, elles tendent à s'enfoncer en terre.

Suivant cet ingénieux physicien, la couche de bois qui se forme chaque année descend, entre l'ancien bois et l'écorce, de la cime des plus grands arbres vers la terre, où elle se divise dans les racines proprement dites. Cette opinion, que du Petit-Thouars avait embrassée, et qu'il a soutenue avec tant de persévérance, vient d'être reproduite par M. Poiteau. Plusieurs faits bien connus, et, entre autres, la prédominance du bourrelet supérieur résultant de l'ablation d'un anneau de l'écorce, s'expliquent assez plausiblement dans cette hypothèse. Mais d'autres résultats bien constatés sont en opposition manifeste avec cette théorie. M. de Mirbel a vu, par exemple, qu'en substituant un anneau d'écorce d'érable rouge, sans bourgeons, à un anneau préalablement détaché de l'écorce d'un érable sycomore, on ne tarde pas à voir une couche de bois d'érable rouge entre des couches supérieures et des couches inférieures de bois d'érable sycomore.

Quand on a enlevé un anneau d'écorce sur un pied d'orme vigoureux, il peut se former des couches de bois au-dessus et *au-dessous* de l'entaille annulaire, sans qu'il s'en produise à la place de l'anneau enlevé. Dans ces deux expériences, il

y a donc interruption entre les prétendues racines des bourgeons et les couches inférieures de bois qui se développent malgré cette interruption.

Les changements que l'on remarque, à certaines heures du jour, dans la position relative des diverses parties des fleurs ou des feuilles ont fait le sujet de plusieurs écrits où l'imagination brille plus que le talent d'observation. Linnœus lui-même s'est laissé entraîner trop souvent à ces rapprochements si séduisants, mais, au fond, si inexacts, de quelques phénomènes de la végétation avec certaines circonstances de la vie animale : *la veille* et *le sommeil* des plantes n'ont, assurément, rien de commun avec le sommeil et la veille des animaux. Les distinctions que ce célèbre botaniste a établies, dans sa dissertation intitulée *Horloge de Flore,* relativement aux heures d'épanouissement de diverses espèces de fleurs, n'ont pas toutes été confirmées par ses successeurs. Adanson a, depuis, essayé d'expliquer, mais d'une manière bien vague, pourquoi certaines fleurs s'épanouissent pendant le jour et d'autres pendant la nuit. M. Virey a reproduit une théorie analogue dans un mémoire auquel il a donné le titre de *Flore nocturne.* Mais, pour apprécier le degré de probabilité de ses explications, il faut attendre qu'il ait fait connaître les détails des expériences qu'il a entreprises. On a tout lieu d'espérer que, par une observation attentive de la structure, de la configuration et de la disposition des organes, on trouvera une explication satisfaisante des phénomènes opposés que produisent, dans des espèces différentes, les mêmes agents extérieurs.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES.

M. Geoffroy Saint-Hilaire a revu avec soin toutes les parties de son grand travail sur l'hyoïde; il l'a rectifié en plusieurs points, et y a mis la dernière main. On ne peut plus, aujourd'hui, adresser à sa nouvelle théorie l'objection que M. Cuvier avait tirée, contre les précédentes déterminations, du renversement de l'hyoïde dans les oiseaux.

Notre savant confrère reconnaît maintenant et distingue sept pièces essentielles dans tout appareil hyoïdien. 1° Le *basihyal :* pièce centrale presque toujours impaire, et qui se divise cependant, sur la ligne médiane, en deux parties symétriques dans quelques tortues; 2° en avant se trouve le *glosso-hyal*, qui se divise aussi en deux parties symétriques dans la plupart des oiseaux et des reptiles. Il manque dans les carnassiers, ou, du moins, il n'y est qu'en vestige dans l'épaisseur de la langue, sous forme cartilagineuse, et dans l'homme, ce n'est plus qu'une petite tubérosité; 3° l'*entohyal* qui correspond à chacune des grandes cornes de l'hyoïde humain. Cet organe est double chez les mammifères, mais, dans les poissons et les oiseaux, les deux *entohyaux* se rapprochent et se soudent, au moins en partie, sans intermédiaires, et ne forment plus qu'une pièce impaire; 4° l'*urohyal*, espèce d'appendice du précédent, double ou impair, en même temps que lui, et formant ensemble une chaîne destinée à suspendre le larynx dans les animaux qui respirent l'air, ou à supporter les *pleuréaux* dans les animaux à branchies; 5° l'*apohyal*, toujours double, situé de chaque côté du *basihyal*, est l'analogue

des petites cornes de l'hyoïde de l'homme, où il présente le minimum de développement, et le seul exemple de séparation complète du suivant; 6° le *ceratohyal,* qui forme, avec le précédent, une autre branche hyoïdienne, dévolue au pharynx : elle est interrompue dans l'homme, où le *ceratoyal* est soudé avec une apophyse crânienne, et compris dans l'apophyse *styloïde du rocher.*

D'après cette manière d'envisager la composition de l'hyoïde, le basihyal est le centre de quatre parties disposées en croix. En avant, le *glossohyal*, en arrière, l'*entohyal* et l'*urohyal*, et sur les côtés, l'*apohyal* et le *ceratohyal*, présentent ainsi autant d'appareils distincts qu'il y a d'organes différents dans l'arrière-bouche.

L'hyoïde ne constitue donc pas un organe simple, comme on serait tenté de le croire, en considérant cette partie seulement dans l'homme; c'est un système qui comprend trois appareils distincts et qui viennent converger vers un axe médian.

Pour voir jusqu'à quel point se trouve vérifié le *principe des connexions,* qui a conduit M. Geoffroy à la détermination de tous les éléments de ce système organique, dans l'ensemble des animaux vertébrés, il faut jeter les yeux sur le tableau figuratif joint à son mémoire; tableau où se trouvent représentés les hyoïdes d'un certain nombre d'espèces prises dans les quatre classes de vertébrés, et où la comparaison des parties analogues et de même dénomination est facilitée par l'emploi d'une même lettre et d'une même couleur pour leur désignation. On voit alors, d'un seul coup d'œil, les modifications plus ou moins profondes que subit cet appareil dans la forme et les

proportions relatives de ses éléments, en passant des poissons, où il atteint son maximum de développement, aux reptiles, aux oiseaux, aux mammifères, et enfin à l'homme, qui, sous ce rapport, forme le dernier terme de la série.

M. Geoffroy Saint-Hilaire est encore revenu cette année sur la détermination si difficile des pièces osseuses de l'oreille dans les crocodiles; sujet qu'il a déjà traité dans quatre précédents mémoires dont le premier remonte à 1807. Nous ne pourrons donner qu'une idée bien imparfaite de ce nouveau travail, qui, pour être suivi dans tous ses détails, exigerait le secours d'un grand nombre de figures.

M. Geoffroy considère le rocher comme une sorte de coquille bivalve destinée à loger dans son intérieur les canaux semi-circulaires, les deux ordres de nerfs et les vaisseaux du sens de l'ouïe; dans les mammifères, ces valves seraient soudées sur presque tous leurs bords, et ne laisseraient d'autres intervalles que les fenêtres ovales et rondes et les trous qui servent de passage aux nerfs acoustiques. Dans les poissons, les deux écailles du rocher sont très-distinctes, et M. Geoffroy les a désignées, depuis longtemps, sous les noms de prérupéal et de post-rupéal. Dans les reptiles sauriens, et en particulier dans les crocodiles, ce que les anatomistes ont considéré comme le rocher, ne serait, d'après M. Geoffroy, que la portion prérupéale; le post-rupéal se trouverait à la partie supérieure et postérieure du crâne, soudée, il est vrai, avec l'occipital supérieur.

M. Geoffroy explique le dissentiment qui s'est élevé entre lui et M. Cuvier au sujet de la description des os de l'oreille

du crocodile. La pièce que M. Cuvier considérait comme le temporal, n'était, suivant M. Geoffroy, que le cotyléal : cette partie osseuse qui recouvre la carotide interne dans l'homme, et qu'il a reconnue, depuis, comme un des éléments distincts de l'oreille. Parmi toutes les considérations qui militent en faveur de cette opinion, on peut mettre au premier rang l'analogie parfaite qui en résulterait dans la position respective de toutes les autres parties du crâne. D'après cette manière de voir, l'occipital supérieur serait une pièce complexe formée 1° de l'interpariétal ; 2° des deux post-rupéaux, posés sur les côtés de la voûte du crâne; 3° du véritable occipital supérieur en arrière. Les proportions de ces parties composantes varieraient d'ailleurs d'une espèce à l'autre. L'interpariétal, très-développé par ses deux tables extérieure et intérieure dans le *crocodilus sclerops*, serait dans un état moyen chez le *crocodilus biporcatus*, et à son minimum dans le *crocodilus lucius*.

On nomme *rumination*, comme chacun sait, la faculté singulière que possèdent certains animaux, dits *ruminants*, à cause de cette faculté même, de ramener à la bouche, pour les mâcher et les avaler de nouveau, les aliments qu'ils avaient déjà mâchés et avalés une première fois.

Les partisans des causes finales ne pourraient pas dire pourquoi ces animaux, qui se nourrissent des mêmes aliments que les solipèdes, par exemple, ont un appareil digestif beaucoup plus compliqué ; pas plus qu'ils ne peuvent expliquer le rapport constant qui existe entre cette organisation particulière et la bifurcation du pied dans toutes

les espèces de la famille des ruminants. Mais c'est déjà une question assez difficile à résoudre, si l'on en juge par le grand nombre de travaux dont elle a été l'objet, de savoir comment s'opère la rumination; quel est son mécanisme : tel est le but que notre confrère, M. Flourens, s'est proposé dans les deux mémoires dont nous allons rendre compte.

On sait que les animaux ruminants ont tous quatre estomacs, désignés par les noms de *panse,* de *bonnet,* de *feuillet,* et de *caillette.* Or, d'une part, deux de ces estomacs, le premier et le second, sont placés parallèlement l'un à l'autre, ou au niveau l'un de l'autre, et l'œsophage se rend presque également dans les deux; d'autre part, l'œsophage se continue en une gouttière ou demi-canal, qui se rend, presque également encore, dans deux estomacs, le second et le troisième; enfin toutes ces parties, l'œsophage, le demi-canal, le premier, le second, le troisième estomac, non-seulement communiquent entre elles, mais elles communiquent toutes par un point commun, où se termine l'œsophage, où commence son demi-canal, et vers lequel s'ouvrent ou aboutissent les trois estomacs.

Aussi, la divergence la plus complète règne-t-elle entre les auteurs qui, jusqu'ici, ont cherché à démêler le jeu de cet appareil compliqué. Les aliments de la *première déglutition* ne vont que dans le premier estomac, selon Duverney et Perret; ils vont, au contraire, tout à la fois et dans le premier et dans le second, selon Daubenton et Camper. Quant aux aliments de la *seconde déglutition,* ils reviennent dans le premier estomac même, selon Haller; ils vont dans le second, selon Duverney, Chabert, Toggia; ils passent

immédiatement dans le troisième, suivant Daubenton et Camper. Enfin, quant aux parties qui déterminent la *réjection* des aliments, c'est le premier estomac, selon Duverney, c'est le second, d'après Daubenton, etc.

Il est aisé de voir que la théorie du *mécanisme* de la rumination comprend trois questions principales, que M. Flourens examine et résout dans l'ordre suivant : la première : Quels sont, parmi les quatre estomacs, ceux où vont les aliments lors de la *première déglutition?* la seconde : Quels sont ceux où ils vont, lors de la *seconde déglutition*, ou *après la rumination?* et la troisième : Quelles sont les parties qui déterminent la *réjection* ou le retour des aliments à la bouche?

Pour résoudre la première question, M. Flourens a fait avaler successivement, à différents moutons, des aliments de diverses espèces et de divers volumes : des *herbes*, des *grains*, du *seigle*, du *blé*, de l'*avoine*, des *morceaux plus ou moins gros de carotte*, etc.; et il a ouvert tous ces animaux *immédiatement après*, c'est-à-dire *avant la rumination*.

Or, il a constamment trouvé, chez tous ces animaux, la plus grande partie des aliments qui venaient d'être avalés, et cela quels que fussent l'espèce ou le volume de l'aliment, dans la *panse;* mais il en a toujours trouvé une partie notable dans le *bonnet*, et il n'en a jamais trouvé, au contraire, ni dans le *feuillet*, ni dans la *caillette*.

Cette première question résolue, il s'agissait de voir quels sont les estomacs où vont les aliments, lors de la *seconde déglutition*, ou *après la rumination*.

Jusqu'ici le point de la difficulté était simple; car la *première déglutition* n'altère presque pas, ou même point du

tout, quand ce sont des graines, l'aliment qui y est soumis: rien n'est plus aisé que de reconnaître les estomacs où il se rend.

Mais, il n'en est plus de même pour l'aliment *ruminé*, qui est ramolli, macéré par son séjour dans les deux premiers estomacs, plus ou moins divisé, plus ou moins broyé, par la seconde mastication, etc. Dans l'impossibilité de le reconnaître, du moins avec quelque certitude, dans les divers estomacs où il peut aller, il fallait avoir recours à des expériences qui permissent de le suivre dans chacun de ces estomacs, au moment même où il y arrive.

M. Flourens a fait ici une application heureuse des procédés que la chirurgie emploie pour établir des *anus artificiels;* l'on conçoit que de pareilles ouvertures, pratiquées successivement à chacun des quatre estomacs des animaux ruminants, en permettant à l'observateur de pénétrer dans chacun de ces estomacs, à chaque moment où il le faudrait, offraient un moyen aussi direct que décisif de résoudre toutes les difficultés relatives à la marche de l'aliment *ruminé.*

Après avoir pratiqué deux anus artificiels, l'un à la *panse* d'un mouton, l'autre au *bonnet* d'un second animal, M. Flourens a vu directement l'aliment *ruminé* retomber encore, mais seulement en partie et par moments, dans la *panse*, dans le *bonnet;* et, pour la plus grande partie, passer immédiatement et d'une marche continue, dans le demi-canal, dans le *feuillet*, et enfin, dans la *caillette*, jusqu'où un autre anus lui a permis de le suivre.

M. Flourens s'est assuré, par les mêmes expériences, que les *boissons*, ou les *aliments liquides*, suivent à peu près et la même marche et la même distribution, c'est-à-dire,

qu'une partie s'arrête dans les deux premiers estomacs, tandis que l'autre passe immédiatement dans les deux derniers.

La cause mécanique de la diversité que l'on observe dans la route suivie par les aliments solides d'un certain volume et par les aliments ruminés ou naturellement fluides, se manifeste à l'inspection des organes. En effet, les aliments grossiers ne dépassent jamais les deux premiers estomacs, parce que l'ouverture du *feuillet* est étroite et contractile, et qu'elle oppose par conséquent un obstacle au passage des corps d'un certain volume. Mais les aliments atténués ou fluides parcourent l'œsophage sans le dilater, et ne trouvant d'autre issue, à son extrémité, que celle du sillon, ou de la rigole toujours libre qui se termine par le *demi-canal*, doivent passer, en grande partie, dans les deux derniers estomacs.

Le second mémoire de M. Flourens, consacré à l'examen de la troisième question, a pour objet le mécanisme de la *réjection*. Cet acte de la rumination diffère du vomissement des animaux non ruminants en ce qu'il n'est point, comme celui-ci, une réjection confuse et en masse. Il est produit, en partie, par les organes qui concourent au vomissement chez les autres animaux, et en partie par des organes propres aux ruminants. Ainsi, M. Flourens prouve, par des expériences directes, que la panse et le bonnet, les muscles abdominaux et le diaphragme, concourent à la *réjection*.

Les nerfs diaphragmatiques sont-ils coupés, la rumination est gênée comme le mouvement du diaphragme. Après la section de la moelle épinière, à la hauteur de la sixième vertèbre costale, les muscles abdominaux sont paralysés; il

n'y a plus de rumination. Enfin, si l'on coupe les nerfs de la huitième paire, ou pneumogastriques, non-seulement l'animal ne rumine plus, mais il ne boit plus et ne mange plus; ce qui est conforme aux résultats obtenus par M. Magendie, sur les causes du vomissement ordinaire, et à ceux de M. de Blainville, touchant l'action des nerfs de la huitième paire sur la digestion.

M. Flourens recherche ensuite les organes de la réjection propres aux ruminants. C'est Daubenton qui le premier a bien vu que, dans la rumination, les aliments étaient rejetés par portions détachées et globuleuses vulgairement connues sous le nom de *pelotes*. Le fait est constant, malgré l'assertion contraire de plusieurs vétérinaires, et en particulier de Bourgelat. Pour le vérifier, M. Flourens fit une incision longitudinale à l'œsophage d'un mouton; il avait espéré que, l'animal se mettant à *ruminer,* les *pelotes* tomberaient par l'ouverture de l'œsophage à mesure qu'elles remonteraient, et qu'ainsi il pourrait s'assurer au moins de leur existence.

Mais cet animal ne rumina point; des flots de salive s'écoulaient sans cesse par l'ouverture de son œsophage. Enfin, après qu'il eut vécu trois ou quatre jours dans cet état, ses estomacs ayant été ouverts, M. Flourens trouva la *panse* pleine de matières sèches, le *bonnet* vide, et à l'endroit de la *panse* qui répond à l'ouverture de l'œsophage, une *pelote* parfaitement ronde, et d'*un pouce à peu près de diamètre.*

M. Flourens a répété cette expérience sur plusieurs autres moutons, et il a ouvert les estomacs de ces animaux à diverses époques de la digestion, en sorte qu'il a trouvé, tantôt des *pelotes* à demi formées, tantôt des *pelotes* tout à fait for-

mées, et qu'il a vu successivement en jeu toutes les parties de l'appareil qui les forment. Daubenton s'est trompé en attribuant au *bonnet* la fonction de détacher et d'arrondir les pelotes. M. Flourens a retranché cet organe, presque en entier, sur un mouton, sans que la rumination en ait été interrompue.

Les parties qui concourent à la formation des pelotes sont, d'après M. Flourens, le *demi-canal* et les deux ouvertures formées du *feuillet* et de l'œsophage. C'est le *demi-canal* qui *saisit* une portion d'aliments, et qui la *détache* de la masse commune; et ce sont les deux ouvertures fermées du *feuillet* et de l'*œsophage,* qui lui donnent la forme sphérique. Si l'on ne trouve pas ordinairement de ces pelotes dans les estomacs des animaux ruminants, c'est qu'elles remontent à mesure qu'elles se forment, et il a fallu, en effet, ou le cas d'une maladie, comme dans l'exemple cité par Daubenton, ou le cas d'un œsophage desséché faute de salive, comme dans les expériences de M. Flourens, pour y en trouver. Enfin, cette dernière circonstance montre bien la nécessité d'une grande abondance de fluide salivaire dans la digestion des animaux ruminants, ce qui s'accorde avec ce fait que l'on doit aux recherches générales de M. Cuvier, savoir : que de toute la classe des mammifères, c'est précisément dans les ruminants que les glandes salivaires se montrent le plus développées.

L'Académie a couronné, en 1831, un mémoire très-détaillé de M. Dugès, où cet anatomiste suit, dans leurs métamorphoses et leur accroissement, les grenouilles vertes et brunes, la rainette et diverses espèces de crapaud. M. Dugès lui a depuis présenté, sur le même sujet, un travail supplémentaire qui a pour objet de mieux fixer la nomenclature relativement à l'une des espèces de crapaud; de faire connaître quelques analogies de plus entre l'ostéologie et la myologie des reptiles et celles des mammifères; enfin de compléter les observations sur les progrès de l'ostéogénie dans le têtard.

Sur le second point, les nouveaux développements de M. Dugès sont fondés sur l'observation qu'il a faite d'un point d'ossification à la partie supérieure de la cavité glenoïde de la marmotte, un peu en dedans de l'apophyse coracoïde, et qui lui paraît correspondre, pour l'épaule, à cet autre point d'ossification que M. Serres a décrit dans la cavité cotyloïde du bassin de plusieurs mammifères, et établir ainsi plus complétement l'analogie que divers physiologistes, notamment Vicq-d'Azyr, ont fait remarquer entre le bassin et l'épaule; il paraît qu'il correspond aussi, dans l'épaule même, avec un point d'ossification observé au même endroit, dans le poulain, par M. Geoffroy Saint-Hilaire.

M. Dugès n'admet pas l'identité de cet osselet du bassin avec le marsupial, ni avec l'os de la verge; cependant il a cru devoir chercher, dans l'épaule des batraciens, un analogue au marsupial : il s'est trouvé obligé, pour assurer ses analogies, d employer, dans certains cas, des cartilages interposés entre les os, ou ceux qui garnissent les cavités articulaires, comme si c'étaient des os particuliers. Au reste, quelle que soit l'opinion que l'on adopte à ce sujet, les ob-

servations ostéologiques et chondrologiques de M. Dugès n'en sont pas moins précieuses, puisqu'elles fournissent des faits positifs mieux déterminés que ceux que l'on possédait et indépendants de toute vue systématique.

Le surplus du mémoire de M. Dugès est employé à faire connaître les transformations que la tête cartilagineuse du têtard subit aux approches de l'état parfait; il y ajoute des figures qui montrent les germes des extrémités dans la position qu'elles occupent avant de se montrer au dehors; on y voit les deux épaules encore fort écartées l'une de l'autre en dessous, et les deux moitiés du bassin dans une position presque verticale, au lieu de l'horizontale qu'elles auront dans l'adulte.

M. Turpin a trouvé, dans la matière albumineuse des œufs du colimaçon des jardins, un grand nombre de cristaux rhomboédriques, parfaits, incolores, transparents, dont les côtés n'excèdent pas un centième de millimètre et qui sont tantôt isolés et tantôt groupés irrégulièrement. Ces cristaux font une vive effervescence avec l'acide nitrique et s'y dissolvent entièrement et très-promptement; ils ont une dureté égale à celle de la poussière du spath d'Islande et une limpidité semblable; cet ensemble de caractères fait présumer que ces cristaux sont de véritables rhomboèdres de carbonate de chaux.

On connaît le rôle important que joue le carbonate de chaux dans la structure des mollusques, des radiaires et des zoophytes. Les pièces qui en sont composées, affectent toutes des formes organiques; lorsqu'on casse ces pièces on les

trouve douées de cet état d'agrégation confuse, que les minéralogistes appellent état compacte ; dans certaines espèces, cet état devient quelquefois fibreux, et, plus rarement encore, imparfaitement lamellaire; ainsi agrégée, la substance calcaire est toujours entremêlée d'une certaine quantité de matière animale. La forme cristalline, dans laquelle M. Turpin a observé la même matière, tient évidemment à l'état de dissolution où elle se trouvait dans les liqueurs animales, et à l'évaporation spontanée d'un liquide en repos.

De tout temps on a considéré l'observation des phénomènes qui se manifestent dans l'œuf de la poule ordinaire, pendant l'incubation, comme le meilleur moyen de parvenir à la connaissance des lois qui président à la génération des animaux. Aussi, les anatomistes de tous les âges ont-ils essayé de remonter jusqu'à l'origine de la vie, et de saisir, en quelque sorte, la première esquisse de l'organisation du poulet. C'est ce même sujet, où les découvertes sont devenues si difficiles par la multiplicité et la perfection des travaux antérieurs, que MM. Delpech et Coste ont soumis à de nouvelles recherches, dans l'intention de reconnaître le mode de formation des premiers rudiments du système nerveux et du système sanguin. Toutes leurs observations ont été faites sur des œufs couvés artificiellement, dans un appareil très-simple, où l'on pouvait maintenir, durant plusieurs jours, une température constante que l'on réglait à volonté.

On sait que Harvey a découvert, sur la surface des jaunes, une tache ou cicatricule qui préexiste même à la fécondation. Depuis, d'autres anatomistes, et Malpighi le premier, ont re-

connu, dans cette partie, deux organes distincts, auxquels ils ont appliqué des noms différents. L'une de ces parties, qui a porté successivement les noms de *follicule,* d'*amnios,* de *blastoderme,* de *vésicule,* est celle où le fœtus se montre à une certaine époque de l'incubation. Autour et dans l'intérieur de cette vésicule, se manifestent des changements qui ont été décrits par plusieurs savants.

Ce sont ces mêmes phénomènes que MM. Delpech et Coste décrivent de nouveau, moins pour faire connaître des faits matériels qui auraient échappé à leurs prédécesseurs, que pour donner une interprétation plus exacte de ceux qui ont été déjà observés.

Dans les vingt premières heures de l'incubation, on voit successivement la *vésicule* s'entourer de cercles concentriques qui, en se rapprochant, forment un disque opaque, nommé *tapis* par M. Pander, et la vésicule elle-même devenir opaque à son tour et se couvrir de nuages. Peu à peu, ces nuages se groupent de chaque côté, suivant des courbes régulières, convexes du côté de l'axe de la vésicule, et symétriquement placées relativement à cette ligne. Tels sont, suivant MM. Delpech et Coste, les premiers rudiments du système nerveux. Bientôt ces courbes se redressent, puis se réunissent en deux cordons parallèles qui sont la première trame du système cérébro-spinal. Ces mêmes filets, d'abord courbes, qui se redressent ensuite et se réunissent, sont considérés, par M. Pander, comme des replis de la membrane muqueuse de la *vésicule*, et la ligne de séparation des deux cordons est, selon M. Baer, le canal vertébral, et, selon M. Pander, la première trace de la moëlle épinière elle-même. Mais l'opinion de MM. Delpech et Coste se trouve fortifiée par une observa-

tion antérieure de M. Serres, qui a vu les diverses paires de nerfs se réunir successivement aux deux cordons dont il s'agit.

MM. Delpech et Coste ont aussi suivi pas à pas le développement des principaux organes de la circulation, et décrit minutieusement les premiers mouvements spontanés qui se font apercevoir autour de la vésicule et dans son intérieur; mais on ne pourrait, sans le secours de figures, donner une idée exacte de phénomènes aussi compliqués.

Frappés de l'analogie que présente la disposition des premiers linéaments du système nerveux avec celle de la limaille de fer sous l'influence d'un aimant, les auteurs émettent l'opinion que ces deux ordres de phénomènes pourraient bien être dus à une même cause. Les premiers mouvements des globules qui s'avancent de la circonférence de la vésicule vers un centre commun, d'où ils sont lancés vers la tête, puis réfléchis dans l'axe de la vésicule, et de là transportés dans des directions rectangulaires et opposées, pour revenir ensuite dans l'axe, leur paraissent aussi rappeler les mouvements observés dans les liquides par divers physiciens, près des pôles de la pile voltaïque. MM. Delpech et Coste sont ainsi conduits à admettre que la conception est un phénomène électrique. Ils supposent que la *cicatrice* s'aimante par l'action du courant électrique qui s'établit au moment de la copulation, et que les globules, de la liqueur spermatique, déposés sur l'œuf, sont les premiers qui obéissent aux forces développées par l'aimantation.

Cette idée de ramener, à des puissances déjà connues, un ordre de phénomènes qui semblait se soustraire à toutes nos investigations, est, sans doute, fort ingénieuse; mais, pour

donner à cet aperçu le degré de probabilité que l'on exige aujourd'hui de toute théorie physique, il faudrait une série de recherches expérimentales auxquelles la vie d'un homme ne suffirait peut-être pas.

M. Duvernoy s'est occupé de rechercher les moyens que l'anatomie fournit pour distinguer les serpents dont la morsure est dangereuse, par le venin qu'ils versent dans la plaie, de ceux qui ne causent pas plus de désordre que n'en comporte par elle-même la blessure qu'ils occasionnent.

Ce n'est pas là un objet de simple curiosité scientifique; il importe beaucoup, surtout aux habitants des pays chauds, de connaître les serpents que l'on peut approcher impunément et ceux que l'on doit fuir : pendant longtemps les naturalistes ont cherché en vain quelque caractère extérieur qui pût les faire distinguer; ils n'en ont trouvé aucun de constant. On a cru que l'os maxillaire mobile, armé d'un grand crochet percé d'un canal, était un caractère certain, et en effet, tous les serpents qui le possèdent sont réellement venimeux; mais les progrès de la science ont fait connaître des serpents dont le maxillaire est aussi fixe que dans les couleuvres, et dans lesquels cependant cet os porte antérieurement un crochet peu apparent, percé, et versant du venin. Enfin, des observateurs dignes de foi assurent avoir constaté des qualités délétères dans des serpents qui n'ont point de crochets percés en avant de leurs mâchoires; en sorte qu'il a fallu chercher, dans quelque autre endroit de leur bouche, l'arme dangereuse dont on doit les supposer pourvus : on l'a trouvée, en effet, dans des dents plus longues, plus fortes que les autres,

situées, non pas en avant, mais en arrière du maxillaire, et quelquefois creusées d'un sillon que l'on pouvait croire propre à conduire dans les plaies une liqueur nuisible.

M. Schlegel a fait connaître les glandes particulières auxquelles ces dents sillonnées de l'arrière-bouche servent de canal efférent, et qui, dans les serpents qui les possèdent, coexistent avec les glandes salivaires ordinaires, comme les glandes à venin dans les serpents anciennement reconnus comme venimeux.

M. Duvernoy a embrassé son sujet dans toute sa généralité; il a rassemblé de nombreux détails anatomiques dans des figures très-soignées qui se rapportent à des serpents choisis convenablement aux divers degrés de l'échelle de cette classe, c'est-à-dire, parmi les non venimeux, parmi les venimeux à crochets isolés, parmi les venimeux à nombreuses dents maxillaires, et enfin, parmi ces couleuvres suspectes à dents postérieures plus longues.

L'ostéologie et la myologie, en tant qu'elles ont rapport aux glandes, sont décrites dans son mémoire avec non moins d'attention que les glandes elles-mêmes : l'ensemble des organes de la déglutition et de l'insalivation des vrais serpents y est présenté d'une manière plus complète qu'il ne l'avait été jusqu'à présent. L'auteur a aussi fait connaître plusieurs détails nouveaux sur les rapports de grandeur et de développement de la glande susmaxillaire ou salivaire ordinaire, selon qu'il y a, ou qu'il n'y a pas, de glande venimeuse.

Tout ce que M. Schlegel a fait connaître sur les différences de ces deux sortes de glandes et sur leur coexistence, avait été vu par M. Duvernoy avant la publication du mémoire de l'anatomiste allemand, et s observations des deux auteurs

s'accordent parfaitement à cet égard; mais, quant aux détails, M. Duvernoy ajoute plusieurs particularités nouvelles.

C'est surtout les serpents à dents postérieures allongées qu'il était intéressant de soumettre à un examen suivi, afin de savoir quels sont ceux qui possèdent une glande particulière et qui peuvent légitimement être soupçonnés de venin, et quels sont ceux où l'allongement de ces dents postérieures n'est le signe d'aucune sécrétion spéciale. La glande particulière à ces arrière-dents, quand elle existe, est collée à la glande susmaxillaire par un tissu cellulaire très-dense, et peut être facilement confondue avec elle. L'auteur l'a reconnue dans le *coluber Æculapii* de *Linneus,* dans le *coluber Cerberus* de Daudin, dans l'*homalopsis pantherinus* de Boïé, et dans un *dipsas* (*Bungarus interruptus* d'*Oppel*). Or, M. Boïé a constaté par des expériences faites avec les serpents vivants, que les *dipsas* et les *homalopsis* sont venimeux.

Les genres *dendrophis, dryinus, Xenodon,* ont aussi les dents postérieures plus grandes, et même, dans les *dynasutus,* la grande dent a un sillon. Néanmoins, M. Duvernoy ne leur a point trouvé de glande spéciale; ils n'ont que la susmaxillaire ordinaire; en conséquence, il ne les croit pas venimeux.

Au reste, il est aisé de comprendre qu'en adoptant, même dans toute son étendue, l'idée que cette glande postérieure est venimeuse, les serpents qui la possèdent seront toujours bien moins dangereux que ceux dont les crochets venimeux sont situés à la partie antérieure de la bouche : les espèces qui n'ont de crochets que dans l'arrière-bouche, ne pourraient faire de mal à l'homme que si elles en saisissaient le doigt ou telle autre partie qu'elles feraient arriver jusque dans le fond

de leur bouche; tandis que les serpents venimeux ordinaires peuvent, avec leur arme terrible, empoisonner tout ce qu'ils parviennent à atteindre du bout des mâchoires.

Il est probable que ces crochets postérieurs ne servent qu'à tuer plus promptement les animaux que ces serpents avalent vivants, et à empêcher qu'ils n'en soient blessés intérieurement; mais qu'ils ne sont pas d'un grand usage pour leur défense contre des ennemis extérieurs.

La plupart des physiologistes partagent encore aujourd'hui l'opinion que les lois qui président aux phénomènes de la vie sont entièrement différentes de celles qui se manifestent dans les corps inertes. Ils posent en principe que les êtres vivants résistent aux lois de l'affinité des corps bruts; et que les composés auxquels ils donnent naissance, sont dus à d'autres forces que celles qui produisent les combinaisons chimiques. C'est cette proposition fondamentale d'une doctrine professée surtout dans les écoles de médecine, que M. Geoffroy Saint-Hilaire s'est proposé de combattre dans une dissertation lue devant l'Académie. Si l'on considère le peu de succès qu'ont obtenu ceux qui ont essayé d'appliquer, aux phénomènes complexes des corps vivants, les lois observées dans les actions généralement plus simples des corps inertes, on ne doit pas être surpris de voir s'accréditer l'opinion : que les causes primordiales des phénomènes de l'organisation sont d'une tout autre nature que celles qui président au monde inorganique.

Mais quand on songe aux nombreuses modifications, à la diversité des résultats que peut entraîner l'intervention d'une

ou de plusieurs autres forces, lors même qu'elles ne seraient qu'accessoires, on ne se hâte plus de conclure que des phénomènes qui ne sont pas identiques, jusque dans leurs moindres détails, appartiennent nécessairement à des causes d'ordre différent. D'ailleurs, ceux qui admettent un principe vital ou des forces propres aux êtres organisés, sont-ils parvenus, à l'aide de ces abstractions, à de véritables explications, à des théories qui permettent de prédire avec certitude quelques phénomènes de l'organisation ? Il n'est pas conforme aux règles d'une saine philosophie de trancher une question dont on possède à peine les premiers éléments, et qui exigera, peut-être, pour sa solution complète, plusieurs siècles d'observation et d'expérience. En isolant ainsi la physiologie de la physique et de la chimie, qui font des progrès incontestables, on se priverait volontairement de moyens d'investigation, dont l'utilité ne peut plus être douteuse pour personne.

M. Geoffroy Saint-Hilaire, à qui l'on devait déjà de si importantes recherches sur l'organisation des monstres, a publié, cette année, un nouveau mémoire dont l'objet est d'établir quatre genres bien définis dans la famille des *bicorps unicéphales*.

Toutes les espèces qu'elle comprend offrent, pour caractère général, la réunion d'une partie supérieure du système nerveux cérébro-spinal de deux individus entièrement distincts, et séparés au-dessous de l'ombilic. Mais cette réunion peut se faire plus ou moins complétement. Si l'on considère l'encéphale comme formé de quatre systèmes de lobes, savoir :

moelle allongée, cervelet, lobes optiques (tubercules quadri-jumeaux) et lobes cérébraux, 1° le genre *janiceps* embrasse les monstres dans lesquels les quatre systèmes sont doubles ; 2° dans le genre *eniops,* les seuls lobes cérébraux des deux sujets sont confondus, et les trois autres systèmes, la moelle allongée, le cervelet et les lobes optiques, sont doubles et distincts; 3° le genre *synotus* ne laisse plus apercevoir la duplicité que dans la moelle allongée et le cervelet, et 4° enfin, dans le genre *deradelphus,* cette duplicité n'existe plus pour la moelle allongée.

Les déradelphes ont les oreilles disposées comme celles d'un sujet bien conformé. Les synotus présentent derrière la tête une oreille surnuméraire appartenant, pour la moitié, à chacun des deux sujets. Sur la tête des *eniops,* on voit aussi, comme dans le genre précédent, une oreille surnuméraire, et de plus un œil vers le sinciput. Enfin, dans les *janiceps,* tous les organes des sens sont doubles, mais associés de manière que les deux visages sont opposés et les têtes adossées l'une à l'autre.

Dans l'analyse des travaux de 1829, on a déjà donné une description succincte de l'aspect extérieur et de la disposition générale des viscères de Ritta-Christina : cet enfant à deux têtes, né à Sassari en Sardaigne et transporté en France, où il est mort accidentellement à l'âge de huit mois, après avoir été soumis aux observations de tous les physiologistes de la capitale.

Ce cas si remarquable de monstruosité, qui comportait une vie durable, présentait le singulier exemple de deux êtres

associés, pouvant exercer isolément certaines fonctions, et assujettis, pour toutes les autres, à une communauté forcée. Quand les deux sœurs prenaient, en même temps, le sein de leur nourrice, les deux jambes s'agitaient, comme cela s'observe ordinairement sur les enfants qui tettent; mais, si l'une d'elles seulement le prenait, il n'y avait de mouvement que dans la jambe du même côté. Quoique les deux moitiés de l'abdomen fussent bien distinctes extérieurement, leur action était simultanée, surtout dans l'acte de la défécation et dans les efforts de la toux. Les deux poitrines enclavées l'une dans l'autre se mouvaient ensemble; les inspirations et les expirations étaient isochrones. On ne sentait, à la région du cœur, qu'une seule pulsation, et le pouls frappait en même temps, soit dans les quatre bras, soit dans les deux jambes, comme s'il n'y avait eu qu'un seul cœur. Lorsque l'un des enfants s'endormait le changement de rhythme de la respiration, qui en était la suite, établissait, entre les deux poitrines, un désaccord qui entraînait le réveil de celui qui dormait, ou le sommeil de l'autre. Une irritation de l'anus ou de la vulve était ressentie également par Ritta et par Christina; les sensations étaient individuelles, au contraire, dans les extrémités inférieures. Si les deux sœurs étaient endormies, la tête correspondant au pied que l'on chatouillait, s'éveillait seule.

M. Serres n'a pas laissé échapper une occasion si favorable à l'étude des lois de la monstruosité; le tome XI de nos Mémoires contient une anatomie complète de Ritta-Christina, dans laquelle notre savant confrère a décrit et fait représenter, dans vingt planches lithographiées, toutes les particularités les plus importantes de cette singulière organisation.

Il serait impossible de faire connaître suffisamment, par un extrait, un travail de cette nature; mais nous devons con-

signer ici les principes que l'auteur développe dans les *Recherches d'anatomie transcendante et pathologique*, ou dans sa *Théorie des formations et des déformations organiques* dont l'anatomie de Ritta-Christina, et *la duplicité monstrueuse en général*, se trouve être une application.

M. Serres commence par rappeler les lois de l'organogénie qu'il a déjà exposées ailleurs. Les embryons de l'homme et de tous les animaux se développent de la circonférence au centre; chaque tissu organique ne s'unit qu'avec un tissu de la même nature; tous les organes sont primitivement doubles, même ceux qui occupent la ligne médiane. Dans la même espèce, un même organe est composé d'un nombre de parties d'autant plus grand que l'animal est plus jeune; cette subdivision s'observe aussi dans les divers animaux, à mesure que l'on descend dans l'échelle des êtres. L'embryogénie de l'homme reproduit ainsi successivement, d'une manière transitoire et passagère, l'organisation fixe et permanente des êtres doués d'une organisation de plus en plus parfaite et plus rapprochée de celle de l'espèce humaine.

Si, dans le développement simultané de tous les organes, les uns prennent leur complet accroissement, tandis que d'autres s'arrêtent à une époque plus ou moins avancée, il en résulte un certain genre de monstruosités; d'où l'on conclut que les organes arrêtés dans leur développement, doivent reproduire la forme et les dispositions propres aux espèces d'autant moins élevés dans l'échelle, que le terme où ce développement devient stationnaire est plus rapproché de la conception.

M. Serres traite successivement des monstres par défaut, des monstres par excès, et des monstres doubles.

Des monstres par défaut. — Si les parois osseuses ou mus-

culaires des cavités situées sur l'axe du corps des monstres par défaut s'arrêtent, dans leur développement, avant de s'être réunies sur la ligne médiane, il en résulte des ouvertures diversement configurées, mais toujours symétriques, par lesquelles peuvent sortir des portions plus ou moins volumineuses des organes que ces cavités renferment, ou s'introduire des organes voisins. C'est à cette cause qu'il faut rapporter le bec de lièvre, le spina bifida et la plupart des hernies congéniales. Tous ces cas de monstruosité sont désignés par le nom *d'ectrogénie symétrique*. *L'ectrogénie asymétrique* comprend tous les cas de difformité résultant de l'avortement plus ou moins complet de l'un des organes pairs ou de l'une des moitiés des organes impairs; enfin *l'ectrogénie analogique* embrasse tous les cas où l'organogénie s'est arrêtée dans sa marche, où l'évolution des organes est imparfaite et reste fixée à l'une des périodes embryonnaires qui rappelle une disposition normale dans des êtres plus simples.

Que le cœur s'arrête, dit l'auteur, « dans ses transformations diverses, on voit qu'il doit nécessairement reproduire, ou le cœur des invertébrés, ou celui des poissons osseux et des batraciens, ou le cœur des poissons cartilagineux, des sauriens ou des chéloniens. »

M. Serres montre encore comment *l'arrêt de développement* des divers éléments symétriques des organes intérieurs ou extérieurs de la génération, peut servir à expliquer toutes les équivoques de sexe, ou les cas d'hermaphroditisme apparent qui ont été observés, soit au terme ordinaire de la naissance du fœtus, soit à une époque antérieure.

Les organes des animaux sont d'autant plus variables et différents les uns des autres qu'ils sont situés plus loin

de l'axe; les déformations sont aussi plus fréquentes pour les parties plus éloignées du centre; et l'observation prouve que la monstruosité affecte plus souvent les extrémités que le centre d'un même appareil. M. Serres résume ces remarques en disant que « la disparition de l'individu s'opère de la circonférence au centre. »

Des monstres par excès. — Dans son mode normal, l'organogénie offre plusieurs exemples de la pénétration mutuelle de deux organes de la même nature, tels que la formation de l'os canon de certains ruminants, celle du corps thyroïde de l'homme, lequel est double dans l'embryon et simple dans l'enfant, etc. De même, on voit accidentellement des organes doubles, dans leur état normal, se réunir, quelquefois, pour n'en plus former qu'un seul sur la ligne médiane. Ainsi, les amygdales, les reins, les yeux, les membres pectoraux et thoraciques peuvent être amenés au contact et se pénétrer de manière à ne plus présenter qu'un organe *complexe* impair et symétrique, plus ou moins différent de ceux qui entrent dans sa composition. Quant aux organes naturellement impairs, tels que le cœur, le foie, la vessie, etc., ils ne peuvent évidemment devenir *complexes* que dans les monstres par excès. La délimitation des organes primitifs ou élémentaires est souvent facile à tracer; mais, dans certains cas, et pour le cœur en particulier, la complication de ses formes, la multiplicité des vaisseaux qui en partent, rendent la chose assez difficile. Du reste, on doit toujours, dans cette recherche, se laisser guider par la distribution des artères propres à chacun des organes simples : c'est le caractère le plus constant et le plus infaillible.

Des monstres doubles. — La plupart des monstres doubles

ne le sont qu'à partir de l'ombilic; tantôt la duplication s'observe dans les parties supérieures, et tantôt dans les parties inférieures seulement. Mais il ne faut pas considérer les organes qui ne paraissent pas doublés comme identiques avec ceux d'un individu bien conformé. Ainsi, dans l'exemple offert par Ritta-Christina, la moitié de l'abdomen appartient à l'un des enfants, la seconde moitié appartient à l'autre; il en est de même de la vessie, de l'utérus, etc. Chacun des enfants a une jambe qui lui est propre. Au contraire, pour les enfants doubles par en bas et simples par le haut, chaque enfant possède, inférieurement, une organisation complète; mais chacun d'eux fournit la moitié de la poitrine, la moitié du cœur, un poumon, un œil, une oreille, un hémisphère cérébral, etc. Tel est, du moins, le cas le plus simple, mais aussi le plus rare, de ce genre de monstruosité. Le plus souvent chaque enfant produit ses deux moitiés d'organes : l'une, en se réunissant avec la partie analogue de l'autre, forme un organe complexe qui peut avoir l'apparence normale, mais dont les deux moitiés n'appartiennent pas au même individu; l'autre portion, plus ou moins avortée, concourt à la formation des organes surnuméraires et insolites. La manière dont se forment les organes complexes indique d'ailleurs qu'ils doivent se rencontrer toujours sur le plan médian.

M. Serres ayant reconnu une liaison nécessaire entre la position relative des deux foies et la conformation générale des monstres doubles, a tiré leurs noms et leurs caractères distinctifs de la disposition des organes hépatiques. *Les hépatodymes* sont ainsi divisés en deux genres, les *hépatodymes complexes* dont les deux foies se pénètrent, et les *hépatodymes acomplexes* dans lesquels ils sont séparés.

L'auteur explique pourquoi les hépatodymes complexes sont conjugués latéralement, et pourquoi ils sont d'autant mieux confondus au-dessous de l'ombilic, qu'ils sont plus séparés dans leurs parties supérieures.

Dans les hépatodymes *acomplexes,* au contraire, les foies se regardent par leur bord abdominal et ne peuvent jamais se confondre, puisqu'ils sont séparés, dans l'embryon, par l'œsophage, l'estomac et la rate. Au-dessous de l'ombilic, tout atteste l'existence de deux enfants bien conformés; mais, au-dessus, commencent des dispositions insolites différentes de celles dont il vient d'être question, et qui dépendent encore de la position des deux foies. Pour le prouver, M. Serres rappelle les changements considérables de position qu'éprouvent les viscères de l'abdomen et de la poitrine, dans le fœtus humain, pendant le cours de la gestation. Le foie, si volumineux dans les premiers mois de la vie fétale, subit, d'abord, jusqu'à la fin du quatrième, une diminution dans tous les sens. Mais dans le courant du cinquième mois, le lobe gauche décroît toujours, lorsque le lobe droit conserve son volume. A mesure que le lobe gauche s'abaisse, le cœur s'abaisse avec lui, et son inclinaison dans la poitrine répète l'inclinaison du foie dans l'abdomen. «La grosse extrémité du foie entraîne de son côté le cœur pulmonaire, les veines caves, l'azygos, le duodénum, le cœcum; et la petite, le cœur aortique, l'aorte pectorale, l'estomac, la rate et l'*S* iliaque du colon. La preuve que ces rapports tiennent à quelques liaisons secrètes de ces organes, c'est que, si le foie se transporte et se retourne, tous ces viscères se retournent avec lui.» M. Serres arrive, ainsi, à cette règle simple : que, dans les hépatodymes, la composition et les rapports

des organes de l'abdomen et de la poitrine peuvent se déduire de la connaissance des bords ou des extrémités par lesquels les deux foies se regardent, ou se sont pénétrés.

L'auteur discute les divers cas qui peuvent se présenter, et expose l'arrangement des viscères correspondant à chacune de ces hypothèses.

M. Serres applique les mêmes idées générales à l'anatomie pathologique. « La structure des organes, dit-il, subit, comme leurs formes, des métamorphoses diverses : elle passe par des degrés différents avant de s'arrêter à celui qu'elle doit conserver le reste de la vie. L'aberration dans la forme produit la monstruosité ; l'aberration de structure donne naissances aux maladies. »

De même que la monstruosité peut résulter de ce qu'un organe s'arrête à une certaine période de son développement ; de même, les maladies organiques ne sont fréquemment qu'un retour vers la structure embryonnaire.

M. Serres pense que l'on pourrait admettre divers degrés de perfection dans les tissus, comme dans l'organisation des animaux. Dans cette échelle, les systèmes de l'élément cellulaire occuperaient le bas, ceux de l'élément musculaire le milieu, et ceux de l'élément nerveux le sommet ; de même que la monstruosité peut seulement abaisser une espèce, les maladies pourraient bien ramener un tissu d'un rang supérieur à un rang inférieur, mais non l'élever.

On savait déjà que le système cellulaire se transforme quelquefois en système séreux par le frottement. M. Serres croit que la présence constante d'un liquide, sur une membrane séreuse, détermine sa transformation en membrane muqueuse. Il cite, à l'appui de son opinion, beaucoup de faits

pathologiques observés chez l'homme, à la suite des inflammations de la plèvre, et la structure des conduits qui, dans les raies, les squales, les lamproies, les saumons, font communiquer la cavité du péritoine avec le milieu ambiant.

Enfin, M. Serres trouve, dans le rapprochement de tous les faits connus d'anatomie pathologique, la confirmation de ce principe : que les maladies font rétrograder la structure intime des organes, vers un des états par lesquels il a passé en se développant.

ZOOLOGIE.

Les grands reptiles fossiles découverts, il y a quelques années, aux environs de Caen, ont été l'objet de nouvelles études et de nouvelles réflexions de la part de M. Geoffroy Saint-Hilaire, qui les a observés sur le lieu même de leur extraction, et qui en a fait dessiner tous les détails essentiels. L'ensemble de ses observations porte notre confrère à regarder les espèces auxquelles ont appartenu ces débris comme intermédiaires entre les ichthiosaurus et les crocodiles. Tout indique que ces reptiles étaient purement aquatiques, marins, et non pas amphibies comme les crocodiles; toutefois, on n'aura de certitude complète à cet égard qu'après avoir observé la forme de leurs extrémités. M. Geoffroy considère ces grands sauriens comme le type d'une nouvelle famille à laquelle on devra rapporter le gavial de *Manheim* décrit par *Sœmmering;* celui de *Collini* reproduit par *Faujas;* les gavials du Havre et de Honfleur, etc., et déjà, il y reconnaît quatre genres distincts : 1° les cyclosaurus, 2° les sténéosaurus, 3° les palœosaurus, et 4° les

téléosaurus. L'existence de cette famille confirme les vues de M. de Blainville, qui, ayant aperçu de trop grandes différences entre les crocodiles et les autres reptiles, avait déjà proposé de créer un nouvel ordre sous le nom d'émydosauriens. Cet ordre comprendrait maintenant, d'après M. Geoffroy, les trois familles des téléosauriens, des lépithériens et des crocodiliens. La famille des lépithériens se rapporte aux ossements fossiles trouvés dans les *pampas* de l'Amérique du Sud, et figurés dans les mémoires de l'Académie de Berlin pour 1830. Mais ce sujet exigera un examen ultérieur.

Les espèces de la famille des téléosauriens n'appartiennent point, comme on l'avait cru d'abord, à des genres mixtes composés en partie d'animaux perdus et en partie d'animaux existants. Elles constituent un groupe d'une organisation très-différente de celle des crocodiles, et qui, sans doute, était appropriée aux conditions physiques du globe, à l'époque de leur existence (1).

M. Geoffroy se propose de revenir plus tard sur les inductions que l'on peut tirer de ces faits zoologiques relativement aux révolutions du globe; mais il annonce, dès à présent,

---

(1) Une observation fort singulière est celle que l'on doit à M. Eudes Deslongchamps, qui a trouvé, mêlés avec les ossements fossiles de téléosaurus, des cristaux, légèrement usés sur les arêtes, de quartz, de feldspath, évidemment étrangers à l'espèce de roche qui les renferme. M. Geoffroy pense que ces substances minérales avaient été avalées par ces animaux, qui s'en servaient, peut-être, comme cela se voit encore aujourd'hui dans quelques espèces, pour faciliter la trituration des aliments.

que l'on doit distinguer trois grandes périodes : 1° celle dont la durée est renfermée entre la naissance et l'extinction des sauriens qui n'ont aucune analogie parmi les espèces aujourd'hui vivantes. Ces animaux étaient contemporains des cornes d'Ammon, des gryphées, des nautiles, et généralement des coquilles dites ammonées, qui caractérisent la formation jurassique; on ne trouve, dans ce terrain, aucun animal à respiration aérienne. La durée de la deuxième période embrasse l'existence de tous les animaux dont les espèces sont perdues, mais qui ne différaient pas assez des espèces actuellement vivantes pour que l'on ne puisse les considérer comme appartenant aux mêmes genres. Tels sont les éléphants, les rhinocéros, les lamentins, etc., dont on trouve les débris dans les terrains tertiaires; ce qui indique, de la part des agents physiques coexistants, une constitution plus rapprochée de celle qui préside à l'état actuel, ou à la troisième période, laquelle a commencé à la naissance des animaux qui n'ont point d'espèces identiques parmi les ossements fossiles; l'espèce humaine est de ce nombre.

Chacun sait que dans l'homme, et dans un grand nombre d'autres mammifères, on distingue trois espèces de dents, les molaires, les laniaires ou canines et les incisives, dont les noms rappellent les fonctions qu'elles remplissent ordinairement. Mais leurs formes et le rôle qu'elles jouent ne sont pas tellement constants que l'on puisse toujours, à l'inspection de ces organes pris isolément, reconnaître, avec certitude, à quelle espèce ils appartiennent; d'ailleurs ces trois espèces ne se retrouvent pas dans tous les mammifères.

Comment distinguer celle qui a disparu, lorsqu'il n'en existe plus que deux, comme dans les rongeurs, par exemple?

La difficulté de tracer une limite entre les incisives et les canines avait porté MM. Geoffroy et Cuvier, en 1795, à caractériser l'espèce des dents par celle de l'os dans lequel elles se trouvent implantées. Pour être nommées incisives, les dents devaient être supportées par l'intermaxillaire, ou correspondre à cet os dans la mâchoire inférieure; les défenses de l'éléphant devenaient alors des incisives. Mais, en considérant de nouveau le même sujet, M. Geoffroy a été conduit à penser que la destination principale des os maxillaires est de servir à former les appareils des sens, et que s'ils concourent à soutenir les dents, dont l'organisation leur est étrangère, ce n'est que très-secondairement. De sorte que les dents ne doivent pas plus être employées à la détermination des os, que ceux-ci à la détermination des dents; ce serait donc à tort qu'on aurait nommé *incisif*, l'*intermaxillaire*. M. Geoffroy regarde comme beaucoup plus vraisemblable que les dents, considérées dans l'ensemble des mammifères, doivent toujours se succéder dans le même ordre, sans interruption, et que celles qui disparaissent, dans certaines familles, doivent correspondre aux derniers rameaux des nerfs et des vaisseaux maxillaires qui avortent par quelque disposition particulière des os de la tête. Cette manière de voir est confirmée par des considérations zoologiques.

Ainsi, en comparant les formes de la tête et le développement du système dentaire, dans les trois subdivisions des roussettes, on voit que les roussettes proprement dites ont les trois sortes de dents; les pachysomes, dont la face est

moins allongée, ont déjà quatre molaires de moins, et, enfin, dans la céphalotte, dont le museau est encore plus court, il n'y a plus que deux incisives à la mâchoire supérieure, et il n'en existe plus à la mâchoire inférieure, de l'aveu même de Pallas ; la place des incisives, que la brièveté de la mâchoire a fait avorter, étant occupée, comme dans les rongeurs, par les canines.

Dans le tarsier, dont la tête est sphéroïdale, il n'y a plus d'incisives supérieures.

Dans la taupe commune, il y a onze dents de chaque côté des deux mâchoires : quatre molaires, trois fausses molaires, une canine et trois incisives ; et dans la taupe de Virginie (*scalops* de *Cuvier*), qui a tant de ressemblance avec la première, il n'y a plus que huit dents : quatre molaires, trois fausses molaires, et une dernière dent qui doit être une canine et non une incisive.

Enfin, dans les rongeurs, le troisième rameau des vaisseaux et nerfs maxillaires correspondant aux incisives est atrophié, et les dents que l'on regarde généralement comme des incisives sont les analogues des canines.

Lorsque les canines acquièrent un grand développement, comme dans le sanglier du Cap, c'est une autre cause d'atrophie des incisives ; aussi ont-elles disparu dans cette espèce.

M. Geoffroy Saint-Hilaire, dont les méditations embrassent les questions les plus élevées de la science des êtres organisés, a présenté, cette année, une nouvelle dissertation sur le degré d'influence du monde ambiant pour modifier les formes animales. On sait qu'il existe deux opinions différentes sur

l'étendue des altérations que les agents extérieurs peuvent déterminer dans les êtres organisés. Notre confrère pense que des conditions différentes de l'atmosphère, relatives à la pression, à la température, à l'humidité, ou même à la composition chimique, pourraient, à la longue, changer notablement les formes, les proportions des organes et tous les caractères spécifiques. D'autres naturalistes croient, avec M. Cuvier, que chaque espèce conserve invariablement son type primitif, ou, du moins, que les variations possibles ne vont jamais jusqu'à faire disparaître les traits caractéristiques de l'espèce. Toujours est-il certain que, dans l'ordre de choses actuel, on ne voit pas que les climats les plus opposés produisent, sur les espèces qui peuvent y résister, d'autres changements que ceux d'une taille plus ou moins élevée, d'une quantité plus ou moins grande de poils, d'une couleur plus ou moins foncée.

La stabilité de toutes les conditions physiques, depuis les temps historiques, ne permet pas de résoudre la question par l'observation seule. Les arguments tirés des différences profondes que présentent les restes fossiles des animaux antédiluviens ne sont pas plus concluants. Car, en admettant que, dans les âges antérieurs de notre globe, la température, la composition chimique des fluides ambiants aient été très-différentes de ce qu'elles sont aujourd'hui, on peut poser ce dilemme : Ou le passage de l'ancien au nouvel ordre de choses s'est fait brusquement, ou il s'est fait progressivement. Dans le premier cas, les êtres organisés les plus robustes n'auraient pas pu survivre à une transition subite, et toutes les espèces contemporaines se seraient éteintes; dans le deuxième, l'organisation ayant subi des modifications

correspondantes à celles des agents extérieurs, les débris fossiles devraient montrer une dégradation insensible d'un type à un autre, ce qui ne paraît pas conforme aux observations connues. Il ne resterait donc que la voie de l'expérience pour décider cette importante question; mais pendant combien de générations successives faudrait-il continuer le même genre d'influence pour être en état de prononcer?

Parmi les objets d'antiquité recueillis et rapportés par les membres de l'expédition scientifique de Morée, se trouvent les débris d'un bas-relief du temple de Jupiter Olympien découverts par M. Blouet sur les bords de l'Alphée, près de l'endroit que divers renseignements tendaient à faire regarder comme l'emplacement du temple. Ce bas-relief, dû au ciseau d'Alcamène, d'après Pausanias, représente Minerve honorant la force, la valeur et les bienfaits d'Hercule. On y voyait une partie des animaux dont le héros avait purgé le sol de la Grèce. M. Geoffroy Saint-Hilaire s'est proposé de rechercher, dans ces vestiges, des caractères zoologiques suffisants pour la détermination des espèces qui ont dû servir de modèle à l'artiste grec. D'après l'ensemble de ces remarques, il paraît probable que le taureau que l'on a voulu figurer dans ces sculptures était *l'aurochs, bos urus,* qui n'existe plus que dans quelques endroits déserts de la Pologne et de la Russie; que le lion était de la race qui existe encore dans le voisinage de la Syrie, et enfin que le sanglier était le *sus scrofa,* ou le sanglier commun d'Europe. Il est à regretter que la tête de l'hydre, qui a été retrouvée, n'ait point été apportée en Europe.

M. Milne Edwards, qui a souvent entretenu l'Académie de ses recherches sur les animaux de la classe des crustacés, s'est proposé, dans un nouveau travail, de perfectionner la distribution de ceux qui composent l'ordre des décapodes. Il lui a paru qu'il fallait ajouter une nouvelle section, celle des *anomoures* (queue anomale) aux deux sections qui partageaient cet ordre : celles des *brachiures* et des *macroures;* qu'il était nécessaire d'en modifier les caractères, et de faire quelques transpositions dans la série des genres, telle qu'elle est présentée dans le Règne animal de M. Cuvier. L'étude attentive qu'il a faite, sur un grand nombre d'espèces, de toute l'organisation de ces animaux, l'a conduit à reconnaître qu'on ne peut plus, rigoureusement, faire usage de la forme et du nombre des branchies, pour distinguer les *brachiures* des *macroures;* car les branchies de plusieurs espèces de macroures sont, non plus en forme de houppe, mais lamelleuses, de même que celles des brachiures. On ne peut pas dire non plus que, dans tous ceux-ci, les deux vulves soient creusées dans le plastron, entre les pattes, puisque, dans plusieurs d'entre eux, rangés par l'auteur avec ses *anomoures,* elles sont situées, ainsi que dans les *macroures,* au premier article de la troisième paire de pattes.

Les caractères principaux sur lesquels s'appuie M. Edwards lui sont fournis par la disposition du système nerveux; la présence ou l'absence d'une poche copulatrice, déjà entrevue par M. Cavolini; la forme, la grandeur et la direction de l'abdomen, l'absence ou l'existence de ces appendices articulés et plus ou moins lamelliformes, situés de chaque côté du pénultième article de cet abdomen; la forme des appendices inférieurs des anneaux précédents, ou des premiers, au moins, suivant

les sexes; enfin, d'autres différences sexuelles établies sur le nombre de ces appendices.

Ainsi, suivant l'auteur, une série de ganglions régnant dans toute la longueur du corps et réunis dans le thorax, au moyen de deux cordons; des appendices sous-caudaux, faisant l'office de pattes natatoires; vulves situées sur l'article basilaire de la troisième paire de pattes, et absence de poche copulatrice; tels seront les caractères essentiels propres aux *macroures*, dernière section des *décapodes*.

Quant aux *brachyures*, qui forment la première section, ce sont les seuls animaux de cet ordre où l'on trouve les vulves sur le plastron sternal, et dont le thorax est dépourvu d'une série de ganglions nerveux; ici, d'ailleurs, pas d'appendices latéraux au pénultième segment de l'abdomen. Ce caractère négatif est, à la vérité, commun à divers *anomoures;* mais, outre que cette section s'éloigne des deux autres par la disposition de la portion thoracique du système nerveux, on ne la confondra point avec la première, à raison de la situation des organes sexuels féminins et de l'absence de la poche copulatrice, ni avec celle des *macroures,* parce que, à l'égard de la forme des appendices sous-caudaux, elle se rapproche de la première. Le genre *lithode,* la division des *notopodes,* moins le genre *dorippe,* celle des anomaux, le genre *porcellane,* et peut-être aussi le genre *pactole,* composeraient, dans la méthode de M. Edwards, sa section des crustacés *décapodes anomoures*.

Mais la division des décapodes en *brachyures* et en *macroures* est si simple, si naturelle, et souffre si peu d'exceptions, lorsqu'on se borne à l'établir sur les proportions relatives, la direction de l'abdomen, et sur l'absence ou la présence

des appendices de son pénultième segment, que l'on peut se demander, disent les commissaires, s'il était nécessaire ou utile d'introduire une nouvelle coupe, et s'il ne suffisait pas, aux progrès de la science, des rectifications qui résultaient des intéressantes observations de M. Edwards, sans augmenter le nombre des distinctions nominales.

M. Lamarre-Piquot a présenté à l'Académie des observations sur un ver à soie sauvage de l'Inde dont le cocon fournit une soie employée par ses habitants, et il y a joint des vues sur la possibilité de naturaliser cet insecte, soit dans nos départements méridionaux, soit dans quelques-unes de nos colonies, et notamment à Alger. Cet insecte est le *bombix paphia*. M. Lamarre-Piquot l'a trouvé dans les forêts du Bengale qui longent la rive droite du Damondore, à l'ouest de Calcutta. La chenille qui le produit vit sur une espèce de bananier sauvage, assez commun dans ces forêts: c'est au retour du printemps que l'insecte subit sa dernière métamorphose, et qu'il sort de son cocon, en pratiquant une ouverture à l'extrémité supérieure, déjà ramollie au moyen d'une liqueur noire qu'il a vomie; c'est à cette époque qu'il s'accouple. Les œufs éclosent au bout de vingt-cinq jours; à sa naissance, la chenille est longue de trois lignes, velue, d'un jaune foncé, avec la tête noire et très-grosse. Parvenue à sa dernière croissance, sa longueur est de huit à onze centimètres. C'est toujours pendant la nuit que le *bombix paphia* sort de son enveloppe; au bout de deux heures ses ailes sont entièrement développées, et ont acquis les dimensions qui leur sont propres. L'envergure de celles de

la femelle est d'environ 14 centimètres; les mâles sont très-agiles et viennent de très-loin rejoindre les femelles, qui les appellent par un bruit aigu et pénétrant : celles-ci, à raison de leur abdomen volumineux et rempli d'œufs, sont lourdes et volent peu. Leurs couleurs varient beaucoup, au lieu que celles des mâles, d'un rouge de brique foncé, sont généralement uniformes. L'accouplement dure douze à quinze heures; le minimum du nombre des œufs est de 500, et le maximum de 700.

Le cocon est d'une construction très-singulière et dont on n'avait, jusqu'ici, aucun autre exemple; il n'est fixé, sur la branche qui le porte, ni par un gluten, ni par des fils de soie; il y est retenu au moyen d'un anneau attenant à un pédicule long et courbe partant de son extrémité supérieure. La chenille choisit les petites branches qui ont environ 12 millimètres de diamètre, et une matière résineuse qu'elle dégorge, lui sert à former le bourrelet annulaire et son pédicule dont la longueur est d'environ 5 centimètres.

La soie qui provient de ces cocons, comparée à celle de notre ver à soie commun, est très-grossière ; mais elle est beaucoup plus forte; les étoffes fabriquées avec cette substance durent fort longtemps; il paraît qu'on l'emploie aussi à d'autres usages, comme à faire des filets, des lignes de pêcheurs, etc.

A la suite de ces détails zoologiques, M. Lamarre-Piquot indique les moyens de naturaliser cet insecte dans nos départements du midi, ou dans nos colonies, et les espèces d'arbres qui pourraient convenir à sa nourriture.

Ces idées auraient encore besoin d'être mûries et débattues. Car, outre que le ver à soie ordinaire semble répondre à tous

les besoins, il existe dans l'Inde, dans l'Amérique septentrionale, et même dans nos climats, plusieurs espèces de vers à soie sauvages, à l'égard desquelles on pourrait, à aussi juste titre, tenter des essais d'exploitation.

VOYAGES.

M. Lamarre-Piquot, qui a exercé longtemps la pharmacie à l'île de France, a parcouru plusieurs provinces de l'Inde continentale dans l'intention d'y recueillir les productions naturelles du pays; il en a rapporté de riches collections des trois règnes; mais c'est surtout dans le règne animal qu'elles se font remarquer par le nombre et la rareté des espèces, par la grandeur et la belle conservation des échantillons. L'Académie a accueilli cette communication avec les éloges dus aux personnes qui, comme M. Lamarre-Piquot, s'exposent à des hasards dangereux et font des dépenses considérables, dans le seul but de procurer à l'Europe des moyens d'étendre ses connaissances.

Parmi les cinquante-trois espèces de mammifères rapportées par M. Lamarre-Piquot, M. Isidore Geoffroy a distingué sept espèces nouvelles de chauves-souris dont une devra peut-être former un nouveau sous-genre. On y remarque aussi un rhinocéros sans corne, dont les os du nez, quoique aussi robustes que dans les autres espèces, paraissent n'avoir point porté l'armure ordinaire. Selon toute apparence, cette espèce est la même que celle qui a été décrite sous le nom de rhinocéros de Java.

Nous ne saurions énumérer en détail tout ce que M. Lamarre-Piquot a rassemblé d'utile ou de précieux pour la science; mais il convient de recommander, à l'attention des voyageurs, le mode de conservation des plantes qu'il a employé, et qui lui a permis de rapporter, sous un très-petit volume et sans les altérer, un assez grand nombre d'échantillons.

Après avoir desséché ses plantes selon la méthode ordinaire, au lieu de les placer entre des feuilles de papier, il les a toutes mises et pressées immédiatement les unes sur les autres, dans des boîtes plates et peu profondes, enduites intérieurement d'huile de pétrole, garnies de camphre et de poivre concassé, et soigneusement calfeutrées sur les joints : elles n'ont été ni rompues ni attaquées par les insectes ou l'humidité, dans des conditions où des herbiers ordinaires avaient subi une destruction presque complète. Cette méthode sera très-avantageuse aux botanistes qu'elle dispensera d'emporter de grandes masses de papier, et à qui elle épargnera beaucoup d'embarras et de soins pénibles pendant la traversée; ce sera un véritable service que M. Lamarre-Piquot leur aura rendu par cet heureux essai.

Une autre attention non moins digne d'éloge qu'a eue le même voyageur, c'est d'avoir consigné dans ses notes, toutes les fois qu'il l'a pu, les noms indigènes des objets qu'il recueillait. Il est souvent très-commode à un voyageur de savoir comment il doit demander, dans chaque pays, les choses qu'il désire se procurer; et les noms d'une production naturelle, dans les différents lieux où elle vit, constituent une partie importante de son histoire.

M. Aug. de Saint-Hilaire qui, animé du plus noble dévouement pour les sciences naturelles, a fait à ses frais un long et pénible voyage dans l'intérieur du Brésil, a déjà publié les résultats purement scientifiques de ses observations dans trois ouvrages intitulés, le premier : *Plantes usuelles des Brésiliens;* le second : *Histoire des plantes les plus remarquables du Brésil et du Paraguay;* le troisième : *Flora Brasiliæ meridionalis.* Mais, pendant le cours de son voyage qui a duré six ans, M. Aug. de Saint-Hilaire n'a pas borné ses investigations aux plantes. Il a pris soin de rassembler des détails précieux de statistique, de géographie; des renseignements curieux sur l'agriculture, les arts, le commerce; sur l'état de la religion, sur l'administration civile et judiciaire; enfin, sur les mœurs et les usages des habitants civilisés, créoles ou indigènes, et de plusieurs peuplades sauvages. Tous ces documents divers sont réunis dans un quatrième ouvrage ayant pour titre : *Voyage dans l'intérieur du Brésil,* dont les deux premiers volumes, qui ont déjà paru, concernent les provinces de *Rio-Janeiro* et de *Minas Geraes.*

On chercherait en vain, dans notre Europe, quelque coin de terre fertile dont les productions n'aient pas été modifiées par la main de l'homme. Il faut aller dans certaines contrées de l'Amérique pour observer ces forêts vierges où, selon toute apparence, l'industrie humaine n'a jamais pénétré, et pour apprécier les effets d'une végétation abandonnée à elle-même depuis la dernière révolution du globe.

M. Aug. de Saint-Hilaire, qui a parcouru en tous sens le

vaste empire du Brésil, nous a donné, dans un mémoire spécial, une description de ce qu'il nomme la végétation primitive, dans l'une des provinces les plus intéressantes de cet État, celle des *Minas Geraes*.

La première partie de cet écrit est destinée à montrer la relation qui existe entre la constitution physique du pays et les diverses sortes de végétation.

La grande chaîne de montagnes *Sierra do Espinhaço*, dirigée à peu près du sud au nord, divise cette province en deux parties inégales: l'une, très-montagneuse, vers l'est; et l'autre, simplement ondulée, vers l'ouest. La nature des productions végétales s'accorde avec cette division ; à l'orient, des forêts ; à l'occident, des pâturages. Les points culminants de la chaîne présentent généralement de petits plateaux couverts de pacages abondants ; c'est là que croissent les mélastomées à petites feuilles, décrites par l'auteur dans la dernière livraison de la monographie de M. de Humboldt. Les habitants du pays ont eux-mêmes caractérisé les différences que l'on observe dans la végétation primitive. La contrée se distingue en *matos*, bois, et *campos*, pays découvert. Parmi les bois, il y en a qui appartiennent à la végétation primitive et d'autres qui sont le résultat de la culture. Les premiers sont les forêts vierges, *matos virgens;* les *catingas,* autres bois moins vigoureux qui perdent leurs feuilles tous les ans; enfin les *carrascos,* espèces de forêts naines composées d'arbrisseaux de 3 à 4 pieds. Depuis les limites de la province de *Rio-Janeiro,* par le 22° de latitude, jusqu'aux sources de l'*Arrasuahy,* par le 18°, s'étendent des bois vierges. Plus loin, le pays fort élevé, mais peu montagneux, ne donne plus naissance qu'à des *carrascos.* Enfin, vers le 17°, 30′, le sol s'abaisse, la température devient

très-chaude, la terre, grisâtre et légère, offre un mélange d'humus et d'un peu de sable, et l'on voit paraître des *catingas*.

Les parties les plus élevées des *campos* sont uniquement couvertes d'herbages, tandis que, dans les parties les plus basses, les pâturages sont parsemés d'arbres. Toutefois, si, au milieu des *campos,* il se trouve une vallée humide et profonde, on ne manque pas d'y trouver une de ces petites forêts que l'on nomme *capoes*. Lorsque, dans cette contrée, on coupe une forêt vierge et qu'on y met le feu, aux végétaux gigantesques qui la composaient, succède un bois formé d'espèces entièrement différentes et beaucoup moins vigoureuses. Si l'on brûle plusieurs fois ces bois nouveaux, on y voit croître une très-grande fougère, *pteris caudata*. Au bout de très-peu de temps, les arbres ont disparu et le terrain se trouve couvert par une graminée visqueuse, grisâtre et fétide (*tristegis glutinosa*). La présence de cette plante indique même d'une manière certaine ceux des pâturages actuels qui ont été anciennement couverts de forêts. C'est seulement depuis quarante-cinq à cinquante ans que cette graminée, qui n'est pas naturelle à la province des Mines, y a été introduite. On ne pourrait peut-être plus trouver aujourd'hui de *campos* véritablement primitifs, les cultivateurs étant dans l'habitude de mettre, chaque année, le feu aux pâturages, afin de procurer aux bestiaux une herbe plus fraîche et plus tendre. Cette pratique fort ancienne aura sans doute fait disparaître plusieurs espèces.

M. Aug. de Saint-Hilaire pense que si les bois sont à l'orient et les pâturages à l'occident de la grande chaîne, il faut en chercher la raison, non dans la diversité du sol, mais dans sa

configuration plus montueuse et dans l'humidité plus grande à l'est qu'à l'ouest. Lorsque le pays est simplement ondulé, lorsque rien n'y arrête les vents, lorsque la terre n'y est rafraîchie par aucun ruisseau, quelle que soit d'ailleurs la bonté du sol, il ne comporte pas une végétation vigoureuse. Il paraît cependant que, dans certaines localités, aucun accident du terrain ne marque le passage des forêts vierges aux *catingas*. Le sol devient seulement plus léger, gris et sablonneux. Il ne paraît pas, du reste, que les *catingas* se montrent à une latitude plus méridionale que le milieu de cette province, ni à une grande hauteur au-dessus de l'Océan.

Après avoir indiqué la distribution générale des végétaux dans la province des Mines, M. Aug. de Saint-Hilaire fait l'énumération des espèces ordinairement associées. Lorsqu'un Européen découvre pour la première fois des bois vierges, ce qui le frappe d'abord, c'est uniquement la grandeur des proportions et le vert foncé des feuilles. Pour connaître toute la beauté des forêts équinoxiales, il faut pénétrer dans l'intérieur. « Des végétaux gigantesques, appartenant aux familles les plus éloignées, entremêlent leurs branches et confondent leur feuillage. Les bignonées à cinq feuilles croissent à côté du cesalpinia, et les fleurs dorées des casses se répandent en tombant sur des fougères arborescentes. Les arbres de la plus haute stature étalent souvent les plus brillantes corolles, des borraginées deviennent des arbrisseaux, plusieurs euphorbes sont des arbres majestueux, quelques graminées s'élancent jusqu'à la hauteur des arbres.

« Ce sont principalement les lianes qui communiquent aux forêts les beautés les plus pittoresques. Ces plantes appar-

tiennent, comme les grands végétaux, à une foule de familles différentes. On y voit des *bignonées,* des *bauhinia,* des *cissus,* des *hippocratées.* Quelques lianes ressemblent à des rubans ondulés, d'autres se tordent ou décrivent de larges spirales; elles pendent en festons, serpentent entre les arbres, les enlacent et forment des masses de branchages, de feuilles et de fleurs où l'observateur a souvent peine à rendre à chaque végétal ce qui lui appartient. »

Il ne faut pas croire que les forêts vierges soient partout composées de la même manière. En quelques endroits, ce sont les bambous qui, à eux seuls, forment presque toute la masse de la végétation, et dans d'autres, l'on voit dominer les *palmitos* (*euterpe oleracea*, mart.), et les fougères en arbre.

Après la saison des pluies, qui dure six mois et qui finit en février, la chaleur diminue peu à peu et les feuilles des *catingas* tombent. Les branches restent dépouillées jusqu'au mois d'août suivant, époque où de nouveaux boutons se développent avant le retour des pluies.

On doit attribuer cette particularité de perdre ses feuilles, qui distingue les *catingas* des forêts proprement dites, à un défaut d'humidité, résultant et de la nature moins compacte du sol et de l'absence des ruisseaux qui se font toujours remarquer dans les bois vierges. On ne saurait douter de l'exactitude de cette explication en voyant que, sur le bord des rivières, les *catingas* ne se dépouillent plus, et qu'au contraire, loin de toute humidité, les feuilles ne reparaissent pas, même pendant plusieurs années, si les pluies ont manqué. Quant aux *campos,* ceux qui sont simplement herbeux ont assez l'aspect de nos prairies; mais les plantes ne s'y pressent pas autant, et, dans aucune saison, ils ne sont émaillés d'un

aussi grand nombre de fleurs. On y voit des graminées, des composées, des myrtées, des mélastomées à fruits capsulaires; mais on n'y trouve plus d'acanthées, si nombreuses dans les bois vierges.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

M. le docteur Lugol, dont les importantes recherches sur le traitement des scrofules par l'iode ont été mentionnées dans l'analyse des travaux de 1829, a, depuis, obtenu de nouveaux succès d'autant plus étonnants que les maladies auxquelles ils se rapportent étaient tellement invétérées, qu'elles ne laissaient plus aucun espoir de guérison. De véritables consomptions scrofuleuses, des altérations profondes des glandes, des lésions graves des os et des principales articulations, accompagnées de ces accidents généraux qui annoncent une mort prochaine, ont été souvent guéries dans l'espace de quelques mois. Les commissaires de l'Académie, témoins de ces cures miraculeuses, à l'hôpital St.-Louis, ont remarqué que, dans les cas de tumeurs aux articulations avec carie ou avec toute autre altération du tissu osseux, au lieu de conseiller un repos absolu, comme le recommandent les chirurgiens, M. Lugol met au nombre de ses moyens curatifs un exercice régulier et soutenu.

M. Lugol ne prétend point à la découverte des propriétés médicinales de l'iode; mais, si l'on considère le grand nombre de guérisons qu'il a obtenues, les formes variées sous lesquelles il a administré cette substance pour reconnaître son mode d'action, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, on ne peut

lui contester le mérite d'avoir fait faire à la thérapeutique des progrès importants.

M. le docteur Bennati, dont l'Académie a précédemment accueilli avec intérêt les recherches sur le mécanisme de la voix humaine, lui a présenté, cette année, un mémoire relatif à quelques maladies de l'arrière-bouche qui entraînent ordinairement une altération plus ou moins profonde du timbre de la voix, ou même une aphonie complète : telles que le gonflement des amygdales, la difficulté du mouvement de tous les muscles de l'isthme du gosier, le prolongement de la luette. M. Bennati signale les inconvénients et l'inefficacité du traitement de cette affection par les sangsues et les débilitants, et recommande, au contraire, les toniques et même les astringents. Il a obtenu de grands succès de l'emploi d'un gargarisme où l'alun entre à forte dose; mais pour le prolongement accidentel de la luette, incommodité si préjudiciable aux chanteurs, puisqu'elle leur fait perdre les notes les plus élevées, M. Bennati préfère la cautérisation par le nitrate d'argent, qu'il applique à plusieurs reprises, à l'aide d'un instrument de son invention. Un fait très-singulier, qui s'explique pourtant dans la théorie de M. Bennati sur la production des sons aigus; c'est que des chanteurs soumis à ce mode de traitement ont éprouvé une amélioration sensible, non-seulement dans le timbre, mais même dans l'étendue de leurs voix, et que, dans certains cas, ils ont acquis, dans la partie supérieure de l'échelle, trois tons entiers qu'ils n'avaient jamais pu donner.

M. le docteur Rousseau s'est livré, avec une persévérance digne d'éloges, à une longue suite d'expériences sur les propriétés fébrifuges des feuilles de houx (*ilex aquifolium*). M. Magendie a confirmé les assertions de l'auteur et constaté l'efficacité de ce nouveau médicament sur treize cas de fièvres de différents types, qui ont cédé à l'administration des feuilles de houx, soit en décoction dans l'eau, soit en teinture, à la dose de 1 à 4 gros par jour; à la vérité, les accès n'ont pas cessé brusquement, comme cela arrive par l'emploi de la quinine ou de la salicine; mais la fièvre n'a jamais résisté plus de vingt jours au traitement, pendant lequel on a employé de 1 à 16 onces de feuilles sèches. L'un des avantages les plus précieux de ce nouveau fébrifuge, c'est d'être à la portée des plus indigents. Il serait à désirer, toutefois, que l'on trouvât un moyen simple et peu dispendieux d'en extraire le principe actif sous une forme qui en rendît l'administration plus facile et l'action plus prompte et plus énergique.

L'Académie a reçu des documents nombreux et des communications multipliées sur l'épidémie qui exerce maintenant en France de si terribles ravages. Elle a renvoyé toutes les pièces relatives au choléra-morbus à l'examen d'une commission spéciale, qui s'empressera sans doute de lui en rendre compte, lorsque les renseignements qu'elle aura recueillis, lui permettront de publier autre chose que des suppositions vagues et des résultats ou incomplets ou erronés.

M. le docteur Donné, après avoir tenté quelques expériences sur lui-même et sur des animaux, a cru devoir, dans un mémoire présenté à l'Académie, mettre en doute les propriétés nutritives de la gélatine des os et l'utilité de son emploi dans le régime alimentaire.

M. Darcet, à qui l'on doit, sur ce sujet, des travaux si nombreux et des études si persévérantes, a contredit les conséquences du mémoire de M. Donné et rappelé tout ce que cette nouvelle branche d'industrie a déjà produit; mais, pour donner à cette question importante tous les développements qu'elle comporte, il convient d'attendre le rapport de la commission à laquelle l'Académie en a confié l'examen.

C'est une disposition bien fâcheuse et malheureusement trop commune que cette facilité avec laquelle le public ajoute foi, sur le témoignage du premier venu, à l'efficacité d'un remède unique contre une classe entière de maladies, lors même qu'elles diffèrent le plus par leur intensité ou leurs complications. Il n'est presque aucun individu, par exemple, qui ne connaisse un remède infaillible pour les brûlures. Une personne, étrangère sans doute aux plus simples notions de médecine, a dernièrement fait imprimer dans tous les journaux, que l'immersion, pendant quelques heures, dans l'eau froide, de la partie brûlée, suffisait pour guérir toutes les espèces de brûlures. Le ministre de l'intérieur ayant consulté l'Académie sur cette prétendue découverte, MM. Magendie et Dupuytren, commissaires désignés pour cet objet, ont fait voir, non-seulement que les raisons théoriques sur lesquelles l'auteur s'appuyait, pour prouver l'utilité de son

procédé, ne pouvaient pas supporter le plus léger examen, mais, en passant successivement en revue les lésions de plus en plus graves qui résultent et de l'étendue de la partie affectée et de la profondeur croissante de la brûlure, ils montrent que c'est seulement dans le cas d'une brûlure superficielle que l'immersion dans l'eau froide peut suffire ; ce que l'on savait depuis longtemps. Quant aux accidents beaucoup plus graves, accompagnés de la destruction des tissus, il serait déraisonnable de chercher à les traiter par la simple application d'un remède unique ; il est indispensable, alors, de recourir à un traitement méthodique et varié suivant les circonstances, et quelquefois à l'amputation d'un membre.

L'hydropisie de la tunique vaginale des testicules, maladie que l'on désigne ordinairement sous le nom d'*hydrocèle par épanchement*, est généralement traitée, aujourd'hui, par l'injection, dans l'intérieur du sac membraneux, d'une liqueur légèrement irritante, destinée à produire une inflammation adhésive de ses parois.

Frappé des accidents assez fréquents qui sont la conséquence de cette opération et des exemples non moins communs de son inefficacité, M. Larrey a fait connaître une autre méthode qu'il emploie depuis longtemps avec succès : il fait la ponction avec un trois-quarts de son invention, dont la tige est aplatie et la pointe en forme de lance ; mais il pratique d'abord, avec le bistouri, une courte incision dans la peau des bourses, au point le plus déclive de la tumeur, pour éviter que l'ouverture faite par le trois-quarts ne se bouche prématurément. Lorsque le liquide s'est écoulé, on introduit,

par la canule du trois-quarts, une sonde de gomme élastique, de quatre à cinq pouces de longueur et percée de plusieurs trous près de son extrémité; puis, on retire la canule, et la sonde est fixée au moyen d'un bandage-suspensoir. Le contact de ce corps étranger avec la membrane séreuse ne cause que très-peu de gêne et de douleur. Pendant les premières vingt-quatre heures, l'écoulement de la sérosité continue; mais bientôt l'exhalation cesse; l'inflammation commence, et l'adhérence s'opère sur toute la périphérie du testicule, parce que l'on a soin d'extraire la sonde aussitôt que les premiers symptômes inflammatoires se manifestent. Il est rare que cette phlegmasie soit établie avant le troisième jour; cependant, chez certains malades, il a fallu laisser la sonde jusqu'au cinquième et même jusqu'au septième jour.

Si l'hydrocèle était congéniale, la méthode de l'injection pourrait avoir les suites les plus funestes, puisque le liquide irritant s'introduirait dans le péritoine; le procédé de M. Larrey, au contraire, ne présenterait aucun inconvénient; mais il faudrait y ajouter, pendant toute sa durée, une compression sur l'anneau inguinal, à l'aide d'un bandage herniaire.

Dans un second mémoire, M. Larrey a communiqué à l'Académie des observations importantes sur une maladie du testicule très-difficile à distinguer de l'hydrocèle par épanchement. C'est une tumeur transparente aussi, mais formée par des grappes d'hydatides qui se développent dans l'épaisseur, ou à la surface de la tunique vaginale, et qui envahissent quelquefois la substance même du testicule; on la reconnaît aux inégalités qu'elle présente extérieurement, à son élasticité moindre, à la réduction de volume que lui fait éprouver

l'impression du froid. Il n'y a, dans ce cas, d'autre moyen de guérison que l'excision complète des hydatides, quand elles n'intéressent pas le corps du testicule, et que l'extirpation de celui-ci, lorsque sa propre substance est compromise.

M. Magendie a communiqué à l'Académie un fait d'anatomie pathologique des plus singuliers, recueilli par M. Combette, à l'hôpital Saint-Antoine. Toutes les particularités de cette curieuse observation ont été confirmées par notre confrère, qui y a ajouté lui-même plusieurs traits importants.

Le sujet de cette observation est une jeune fille née d'un père fort et robuste, et d'une mère usée par des excès de tout genre. A deux ans, elle n'avait pas encore ses premières dents ; elle commençait à peine à pouvoir se soutenir, à cinq ans ; et à neuf ans, elle ne paraissait pas en avoir plus de six. Entrée à l'hôpital Saint-Antoine à l'âge de dix ans et demi, elle y est restée, durant trois ou quatre mois, dans un état d'apathie et de stupeur, pouvant à peine remuer les jambes, bien qu'elles eussent néanmoins conservé leur sensibilité. Les mouvements des membres supérieurs étaient, d'ailleurs, parfaitement libres.

Cette jeune fille fut atteinte, alors, d'une entérite à laquelle elle succomba au bout de six semaines, à l'âge de onze ans environ, après avoir éprouvé un de ces accès de convulsions d'apparence épileptique, auxquels il paraît qu'elle était sujette.

A l'ouverture du corps, on trouva le crâne plus épais qu'à l'ordinaire, le cerveau dans l'état normal, mais très-volumineux ; à la place du cervelet, une membrane celluleuse

demi-circulaire, de 45 à 50 millimètres de diamètre, tenant à la moelle allongée par deux pédicules membraneux et gélatineux; les fosses occipitales étaient cependant régulièrement conformées, et les artères vertébrales existaient. Mais point de quatrième ventricule; aucune trace du pont de varole. Les tubercules quadrijumeaux étaient intacts, et les origines des nerfs cérébraux ne présentaient aucune particularité remarquable.

Le cervelet manquait-il dès le principe; ou avait-il été détruit par une maladie? M. Combette passe en revue les circonstances favorables, ou contraires à chacune de ces deux hypothèses.

En définitive, la seconde lui paraîtrait la plus probable, par la raison que la paraplégie n'est survenue que longtemps après la naissance, vers la septième année; mais M. Magendie regarde l'absence complète des fibres transversales qui constituent la protubérance annulaire, comme une preuve péremptoire de l'absence congéniale du cervelet.

Nous avons déjà remarqué que l'enfant a conservé, jusqu'à la fin, l'usage de ses membres supérieurs. Ce fait semble difficile à concilier avec les opinions émises par M. Rolando et par M. Flourens, sur les fonctions attribuées au cervelet par ces deux physiologistes. Quoi qu'il en soit, il reste constant qu'un individu a pu vivre sans cervelet, sans pédoncules postérieurs ni protubérance cérébrale; que cet individu jouissait de toutes les facultés sensitives; que, sans avoir une intelligence très-développée, il n'était pas dépourvu d'idées. Enfin, que si la paraplégie s'est manifestée, elle n'a pas été complète, puisque la sensibilité n'a pas été diminuée.

M. Léon Dufour, médecin à Saint-Sever, et correspondant de l'Académie des sciences, en visitant des conscrits qui passaient au conseil de révision, a remarqué, sur un de ces jeunes gens, une particularité d'organisation fort singulière. Un jeune homme de vingt ans, d'une taille moyenne et bien conformé d'ailleurs, portait, sur la région sacrée, une touffe de cheveux noirs, lisses, fins, en tout semblables aux cheveux du même individu. Ces cheveux, aussi épais que ceux de la tête et fort différents des poils que l'on remarquait au pubis et à la marge de l'anus, occupaient un espace de trois pouces carrés; ils avaient de la disposition à se réunir en mèche : du reste, la peau sur laquelle ils étaient implantés ne différait ni par sa couleur, ni par sa texture, des téguments environnants. M. Léon Dufour considère cette anomalie du système pileux, comme un vestige de la queue qui existe dans des espèces voisines.

ÉCONOMIE RURALE.

Le zelkoa ou planera a été cultivé pendant un grand nombre d'années en France, dans quelques jardins de botanique, sous la dénomination doublement fautive d'orme de Sibérie. Feu Michaux, dans son voyage en Perse, en 1782, l'observa dans les forêts de Ghilan qui avoisinent la mer Caspienne, et M. Michaux fils, qui s'est livré avec un grand succès à la recherche et à l'étude des arbres forestiers exotiques que l'on pourrait naturaliser en France, a soumis au jugement de l'Académie ses observations botaniques sur le planera, et les résultats qu'il a obtenus de la comparaison du

bois de cet arbre avec celui de l'orme, du frêne, du châtaignier et du chêne.

Le planera est un arbre qui peut atteindre de 25 à 30 mètres d'élévation, sur 3 ou 4 de circonférence; le tronc est droit, bien proportionné, dégarni de branches jusqu'à la hauteur de 8 à 9 mètres; sa tête est large, touffue, et ses branches s'élèvent presque verticalement; l'écorce, d'une grande dureté, est d'abord lisse comme celle du charme ou du hêtre : sur les vieux troncs, elle se fend et se soulève par plaques; les fleurs sont très-petites, d'une couleur brune : elles naissent en paquets distincts le long des rameaux de l'année, avant le développement des feuilles; le calice est à cinq divisions, sans corolles, et les étamines sont aussi au nombre de cinq; les graines sont renfermées dans de petites capsules à deux loges, de la grosseur d'un grain de chènevis : elles mûrissent en octobre; les feuilles ont de la ressemblance avec celles de l'orme, elles sont plus dures, et leurs dents plus arrondies et beaucoup moins nombreuses.

C'est le tronc d'un planera cultivé à Versailles par feu Lemonnier que M. Michaux a soumis à des essais comparatifs avec nos arbres indigènes. L'aubier du planera est blanc; changé en cœur ou bois parfait, il prend une couleur rousse; il est plus pesant, plus fort que celui de l'orme ou du châtaignier; son tissu uni et très-serré peut recevoir un beau poli; sa dureté est telle qu'il est impossible d'y enfoncer des clous avec le marteau; comparé au frêne, il en a la souplesse et l'élasticité. L'auteur ajoute, à ses propres observations, les renseignements qu'il a reçus de M. Gamba, consul général de France à Tiflis, sur les usages auxquels le bois du planera est employé en Géorgie; dans ce pays, on le préfère au chêne

pour la charpente et les planches des édifices; on en fabrique de beaux meubles; il n'est point sujet à la vermoulure, et il se conserve longtemps dans l'eau et dans la terre.

Le planera égale en hauteur les plus grands arbres de nos forêts; multiplié sur notre sol, il offrirait de grands avantages; on pourrait le planter le long des chemins concurremment avec l'orme; son feuillage n'est jamais dévoré par les chenilles, et son tronc n'est point sujet à ces chancres qui attaquent et détériorent souvent celui de l'orme. Les climats du milieu et du midi de la France sont ceux qui lui conviendraient.

L'analyse d'un grand nombre de variétés de terres arables a fait voir, depuis longtemps, que la fertilité plus ou moins grande, qui est propre à chacune d'elles, tient moins à la nature chimique de leurs éléments, qu'à un certain degré de porosité qui leur donne la propriété d'absorber et surtout de retenir, dans une mesure convenable, l'air ou l'humidité. Cette porosité dépend elle-même du rapport qui existe, dans chaque espèce de terrain, entre les parties ténues et les parties grossières. Un sol trop abondant en sable se dessèche trop vite; une terre trop argileuse prend trop de dureté en se desséchant, et se laisse difficilement diviser par les racines, qui, d'ailleurs, ne peuvent plus recevoir le contact de l'air. Guidé par ces principes, M. Dutrochet a fait répandre, sur une terre trop grasse, une couche de sable siliceux, et, conformément aux inductions de la théorie, la fertilité de cette terre en a été très-notablement augmentée.

M. Girou de Buzaringues a présenté un mémoire où il trace des règles pour l'amélioration des races des bœufs, des moutons et des chevaux; sujet important, qui est loin d'être épuisé, malgré les nombreux travaux auxquels il a donné lieu.

L'auteur expose les avantages et les inconvénients d'une haute taille pour les moutons et les bêtes à cornes et les moyens de la leur faire acquérir. Mais il remarque, avec juste raison, que le degré d'élévation auquel on désire les faire parvenir, doit être en rapport avec les moyens de subsistance dont on peut disposer, et notamment avec les pâturages spéciaux du pays. Il insiste sur la nécessité de tenir ces animaux habituellement dans les champs, et se prononce contre la méthode de les nourrir dans l'étable.

Pour ce qui concerne les chevaux, comme les formes que l'on doit désirer dépendent du genre de travail auquel on destine ces animaux, il restreint ses observations au cheval de course, variété dont les formes sont les plus difficiles à faire naître et à conserver.

M. Girou pense que le croisement par les mâles est le moyen le plus sûr et le plus prompt d'atteindre, à cet égard, le but que l'on se propose. Il lui paraît bien prouvé que, dans la reproduction des chevaux, le mâle transmet plus spécialement les formes extérieures, et notamment celles des extrémités, surtout des antérieures, tandis que la femelle transmet plus particulièrement les organes internes et les formes extérieures du tronc et de la croupe; enfin, il annonce que, dans l'amélioration par le croisement des mâles étrangers avec les femelles indigènes, il vaut mieux prendre des juments qui n'aient aucun caractère de race. Il a vu, chez lui,

des juments, d'ancienne race navarreine, donner constamment des produits qui conservaient des formes navarreines, soient qu'elles eussent été couvertes par un très-bel étalon arabe qu'il possède, soit qu'elles l'eussent été par d'autres étalons moins distingués.

ÉLOGE HISTORIQUE

DE

R. LOUICHE DESFONTAINES,

PAR M. FLOURENS, SECRÉTAIRE PERPÉTUEL.

Lu à la séance publique du 11 septembre 1837.

PARMI les savants dont les travaux remplissent notre âge, nul ne rappellera des idées plus douces, une vie plus simple et plus laborieuse, et des souvenirs plus chers à l'Académie, que celui dont j'écris aujourd'hui l'histoire.

René-Louiche Desfontaines naquit au bourg de Tremblay, département d'Ille-et-Vilaine, le 14 février 1750.

Cet enfant qui devait un jour honorer les sciences, fut jugé d'abord incapable de toute instruction. Le premier maître auquel on le confia, prononça qu'*il ne serait bon à rien;* et, sur ce beau pronostic, peu s'en fallut que le père de M. Desfontaines ne se décidât à en faire un mousse. Il aurait eu ainsi un trait de conformité de plus avec ce Linné, sur les traces de qui il devait marcher par la suite, et qui commença par être placé, comme on sait, chez un cordonnier.

On se fit bientôt une idée plus juste de ce qu'il valait. Envoyé au collége de Rennes, il y remporta, dès la première

année, plusieurs prix; et, tout étonné de son succès, il en instruisit aussitôt son père, en lui recommandant surtout d'en faire part à son ancien maître, et de ne pas oublier de lui rappeler la prédiction qu'*il ne serait bon à rien :* petite vengeance qu'il répéta à chaque nouveau succès qu'il obtint, et qui peint bien le dépit ingénieux d'un enfant qui commence à être bien sûr qu'on l'a mal jugé.

Voilà ce qu'était l'enfant; voici ce que fut le jeune homme. Dès qu'il put se passer des secours de sa famille, il les refusa, quelques rigoureuses privations qu'il eût à s'imposer encore; et la mort de son père l'ayant mis à la tête d'une fortune qui, à cette époque et dans le pays où il avait pris naissance, lui revenait presque tout entière en sa qualité de fils aîné, il la partagea entièrement entre ses deux sœurs.

M. Desfontaines vint à Paris, vers 1773, pour étudier en médecine. Vicq-d'Azyr professait alors, au Jardin des plantes, ce *Cours d'anatomie*, dont le *Plan* (1), seul fragment de ce Cours qui nous soit parvenu, a marqué, pour la science, le commencement d'une ère nouvelle. M. Desfontaines avait conservé un souvenir profond de l'impression extraordinaire que faisaient sur un auditoire immense, les vues transcendantes, la marche originale, la parole éloquente de ce beau génie. Mais une sensibilité extrême ne lui permit pas de suivre ce grand maître aussi loin qu'il l'aurait voulu.

Il se tourna donc tout entier vers la botanique; cette science, par les objets agréables dont elle s'occupe, répondait beaucoup plus, en effet, à la douceur de son caractère.

---

(1) *Plan d'un Cours d'anatomie et de physiologie;* OEuvres de Vicq-d'Azyr. Paris, 1805.

A cette époque, d'ailleurs, l'histoire naturelle brillait d'un éclat qu'elle n'avait point eu encore. Buffon étonnait les esprits par la grandeur de ses vues et la beauté de son style. Bernard de Jussieu jetait les premières bases de cette méthode, expression si juste de la nature, qu'elle en a reçu le nom. J. J. Rousseau écrivait ses *Lettres sur la botanique*, et son âme passionnée venait demander à cette paisible étude du calme et des distractions. Mais la botanique pouvait-elle fixer longtemps ce génie inquiet et bouillant, qui se répandait sur tout, se lassait de tout, et dont la mobilité même semblait multiplier la puissance?

M. Desfontaines ne se fut pas plutôt attaché à la botanique, que son ardeur pour l'étude le fit remarquer par Lemonnier, qui enseignait alors cette science au Jardin des plantes, et qu'un grand fonds de bienveillance rendait l'ami et comme le père de ses élèves. C'est ce même Lemonnier qui appela Bernard de Jussieu à Trianon, qui fut le premier protecteur de Commerson et de Labillardière, qui se donna pour suppléant M. Laurent de Jussieu, et sut se ménager pour successeur M. Desfontaines. De pareils traits honorent la vie d'un savant autant que les plus beaux ouvrages; il semble même que, parvenu à une position supérieure, un savant n'est pas moins tenu d'enrichir la science de gens habiles que de faits nouveaux : peut-être n'y a-t-il pas moins de mérite, pour lui, à faire l'une de ces découvertes que l'autre; et sûrement il ne saurait y en avoir moins à la proclamer.

A l'amitié de Lemonnier, M. Desfontaines ne tarda pas à joindre une autre amitié tout aussi précieuse, celle de M. Laurent de Jussieu, neveu de Bernard de Jussieu, et qui a eu la

gloire d'achever la grande réforme de la science commencée par son oncle.

Être devenu l'ami d'aussi grands botanistes, c'était presque être grand botaniste soi-même, et M. Desfontaines le fit bien voir ; mais, à peine avait-il eu le temps de le faire voir, qu'il était déjà de l'Académie.

On se pressa d'admettre dans ce corps illustre un jeune savant dont le zèle s'alliait à la bonne foi, garant le plus sûr de la durée de ce zèle, et dont les premiers travaux n'étaient pas, d'ailleurs, sans quelque importance.

Une circonstance vint ajouter encore un nouveau prix à cet honneur qu'il eut d'entrer, à trente-trois ans, à l'Académie. C'est que, les voix s'étant partagées également à son élection entre M. Tessier et lui, la Compagnie écrivit immédiatement au Roi pour demander la nomination simultanée des deux sujets, et l'obtint. M. Tessier fut nommé adjoint en titre, et M. Desfontaines adjoint surnuméraire.

Il semble que l'ancienne Académie, en s'attachant ainsi à l'acquisition de ces deux hommes, pressentait dès lors combien les sciences auraient à s'en honorer : tous deux constamment voués à l'étude, aux recherches utiles; rehaussant tous deux leur réputation scientifique par celle de leurs vertus; tous deux, enfin, ayant compris leur tâche comme Lemonnier, et n'ayant pas seulement enrichi la science de travaux précieux, mais aussi de travailleurs et d'observateurs du premier ordre.

Parmi les mémoires que M. Desfontaines avait présentés avant d'entrer à l'Académie, il en est un surtout où brillait déjà ce talent pour l'observation, mélange heureux de sagacité, par où l'esprit découvre ce qu'il faut voir, et de patience,

par où il voit bien tout ce qu'il découvre. Je veux parler de son mémoire sur l'*irritabilité des plantes*.

L'*irritabilité des plantes* nous offre un des phénomènes les plus curieux de la nature.

Duhamel avait déjà décrit, et avec beaucoup d'exactitude, selon sa coutume, les mouvements singuliers de la *sensitive*, connus depuis bien des siècles.

Bonnet, dans ses recherches sur l'usage des feuilles, avait montré qu'elles se meuvent d'elles-mêmes, en présentant toujours leur surface supérieure à l'air libre.

Linné avait poussé ce genre d'études plus loin encore. Dans une dissertation intitulée *le Sommeil des plantes*, il avait indiqué les mouvements journaliers des feuilles d'un très-grand nombre d'espèces; dans une autre dissertation intitulée *l'Horloge de Flore*, il avait remarqué que beaucoup de fleurs s'ouvrent assez régulièrement à certaines heures du jour, et forment en effet par là comme une sorte d'horloge.

On savait que les deux valves qui terminent les feuilles de la *dionée*, et s'ouvrent à peu près comme un piége, se ferment subitement dès qu'on les irrite; l'*hedasirum girans* avait surtout frappé l'attention par les mouvements spontanés et continuels qu'il imprime jour et nuit à ses feuilles.

Les mouvements contractiles des feuilles et des corolles avaient donc été observés et décrits avec soin; M. Desfontaines soumit à la même étude les organes contractiles de la fructification. Il vit, tour à tour, les pistils, les étamines, les fleurs entières, se courber, se redresser, tourner sur elles-mêmes, comme sur un pivot, au moment de la fécondation; et jamais peut-être phénomène d'un intérêt plus attachant

n'avait appelé l'attention d'un observateur plus soigneux de tout voir et de tout noter.

Après avoir imité Linné dans l'étude de ces phénomènes qui semblent animer le règne végétal d'une vie beaucoup plus compliquée qu'on ne l'avait soupçonné pendant fort longtemps, M. Desfontaines voulut l'imiter aussi dans cette autre partie de la botanique, plus austère et plus aride; je veux dire dans la recherche et dans la détermination des espèces.

A peine était-il de l'Académie, qu'il forma le projet d'un voyage aux côtes de Barbarie, pays déjà parcouru, à la vérité, par le célèbre voyageur Shaw, au commencement du XVIII^e^ siècle, mais qu'aucun naturaliste n'avait visité depuis. L'Académie applaudit à ce voyage, et en fit les frais.

Il partit donc pour Tunis, le 16 août 1783, resta plus de deux années en Barbarie, explora sur presque tous les points les deux royaumes de Tunis et d'Alger, et ne revint en France qu'avec cette riche moisson de plantes qu'il publia depuis sous le titre de *Flore Atlantique.*

Cet ouvrage, résultat de huit années d'études, et de l'examen de près de deux mille plantes, parmi lesquelles l'auteur compte jusqu'à trois cents espèces nouvelles, est demeuré comme une de ces bases fondamentales sur lesquelles a été bâti plus tard l'édifice, aujourd'hui si imposant, de la géographie botanique.

Ces sortes d'écrits qui s'attachent à la description spéciale des plantes d'un pays, étaient ignorés des anciens. Linné est le premier qui leur ait donné le nom de *Flores,* en même temps qu'il en offrait un modèle dans sa *Flore de Laponie.*

D'un autre côté, les anciens n'ont point connu l'art des *descriptions comparatives* en histoire naturelle. Ils n'ont pas

su distinguer ce qui fait *caractère* dans les espèces, ni, à plus forte raison, comparer les différentes espèces par les mêmes traits caractéristiques. Leurs descriptions, quelque détaillées qu'elles soient, ne sont qu'individuelles. Ils n'avaient pas compris ce mécanisme au moyen duquel les divers objets, comparés par les mêmes points, laissent nécessairement voir et tout ce qu'ils ont de commun, et tout ce qu'ils ont de distinctif.

N'ayant connu ni l'art d'établir les *caractères*, ni l'art de les disposer sur un *plan uniforme* et dans des *descriptions comparables*, ils n'ont pu avoir des *méthodes*, lesquelles ne sont en effet que l'ordre et la subordination même des caractères; et n'ayant eu ni *descriptions* ni *méthodes*, ils n'ont pu s'élever à aucune idée générale et philosophique.

Sans doute que les premiers botanistes qui, sous le nom de *jardins*, commencèrent ces descriptions particulières des plantes de chaque pays, continuées ensuite sous le nom de *flores*, ne se doutaient pas qu'il en sortirait un jour les grandes lois de la distribution du règne végétal sur le globe, pas plus que les premiers qui essayèrent, vers la fin du XVI^e^ siècle, de classer les végétaux d'après les organes de leur fructification (1), ne pouvaient se douter qu'il en sortirait un jour la belle nomenclature de Linnæus, ou la méthode profonde des Jussieu; et néanmoins, c'est en suivant une même route qu'on est parvenu, dans les deux cas, à un résultat semblable.

C'est en ne négligeant aucun détail de *localité* dans les *flores*, qu'on est arrivé à découvrir les lois de la distribution

(1) Gessner, Césalpin, etc.

géographique des plantes, comme c'est en ne négligeant aucun détail *caractéristique* dans la description des espèces, qu'on est arrivé à ces nomenclatures régulières et à ces méthodes savantes qui font aujourd'hui notre admiration.

On peut dire que cet art des *méthodes* et des *descriptions* dont je parle ici, a été par rapport aux sciences qui s'occupent des *êtres naturels* proprement dits, ce qu'a été l'art des *expériences* par rapport aux sciences qui s'occupent des *phénomènes de la nature.* Ces deux arts, création du génie moderne, sont les deux premiers pas qu'ait faits l'esprit humain dans ses destinées nouvelles; les deux progrès primitifs qui ont amené tous les progrès subséquents; les deux premiers ressorts, si l'on peut s'exprimer ainsi, qui ont mû tous les autres.

M. Desfontaines était revenu de Barbarie, dans les premiers mois de 1786; dès cette année même, il fut nommé à la chaire de botanique du Jardin des plantes. Lemonnier, qui occupait cette chaire depuis 1755, désirait vivement de la lui transmettre.

Mais la nomination dépendait de Buffon, intendant du Jardin du Roi. En cette qualité, Buffon présentait, ou plutôt nommait; car son choix était toujours respecté, comme on pense bien. Or, Buffon, sondé à plusieurs reprises sur ce qu'il ferait dans le cas où M. Lemonnier se démettrait de sa chaire pour son ami, s'était toujours borné à répondre : « Que M. Lemonnier donne sa démission; j'userai des droits « de ma place. »

Cette réponse était presque désespérante. Cependant Lemonnier se décide à donner sa démission : Buffon reste impénétrable pendant deux jours, qui furent deux jours d'une

anxiété mortelle pour les deux amis; enfin, après ces deux jours, M. Desfontaines est nommé de la manière la plus gracieuse; et néanmoins on regrette, pour le grand naturaliste, que le droit qu'il avait aussi sans doute d'épargner ces deux jours de peine à deux hommes tels que ceux-là, ne lui ait pas paru le plus cher de sa place.

M. Desfontaines ne publia sa *Flore Atlantique* qu'en 1798; cette année-là même, il communiqua à l'Académie ses belles observations touchant la structure des plantes *monocotylédones;* observations dont l'influence a été si étendue, et qui en ont amené tant d'autres.

Jusqu'à M. Desfontaines on n'avait réellement étudié que les arbres *dicotylédones*. Le peu qu'on avait aperçu, et à divers temps, de la tige de quelques *palmiers*, n'avait conduit à aucun résultat. Approfondissant la structure de cette tige, M. Desfontaines conçut le premier cette grande idée que là se trouvait le type d'une organisation nouvelle et commune à tous les végétaux à un seul cotylédon.

Daubenton lui-même, quoique venu en ce point après M. Desfontaines, n'avait guère vu, dans la structure du *palmier*, comparée à celle de nos arbres ordinaires, qu'une circonstance particulière. M. Desfontaines vit seul, dans le fait particulier, le fait général, et dans ce fait général la base de la grande division de tous les végétaux phanérogames en deux classes, fondées non-seulement sur les caractères extérieurs, mais sur la structure interne: donnant ainsi le premier exemple connu en botanique de l'application des recherches anatomiques au perfectionnement des méthodes, et agrandissant, par une même découverte, toutes les routes de la science.

Dès que M. Desfontaines avait été nommé professeur au

Jardin des plantes, il s'était occupé, avec ardeur, de l'enseignement de la botanique; et il a eu le mérite de donner à cet enseignement une forme nouvelle.

Jusqu'à lui, l'anatomie et la physiologie végétales, ou, comme on s'exprimait alors plus communément, la *physique végétale*, comptaient à peine dans un cours de botanique; les recherches profondes de Grew et de Malpighi, les expériences ingénieuses de Hales et de Duhamel étaient négligées.

M. Desfontaines eut l'heureuse idée de mêler les résultats curieux de ces recherches et de ces expériences aux détails arides de la nomenclature; de relever par là ces détails, en les rattachant aux lois physiologiques et anatomiques; d'inspirer enfin du goût pour l'étude des végétaux, par un intérêt puisé dans la nature même de cette étude; et son succès fut immense.

On se pressait en foule à ces leçons pleines de bonhomie, de simplicité, de candeur; sans autre prétention de la part du maître, que l'instruction de ses élèves; sans autre soin pour lui, que de s'oublier et de faire qu'on l'oubliât; tout entier aux autres, jamais à lui; et, dans sa modestie naïve, ne s'apercevant pas que cet oubli de lui-même, si plein de charme, était précisément ce qui lui gagnait d'abord tous ses auditeurs, pour les gagner ensuite à la science.

Pendant plus de quarante ans, près de quinze cents personnes sont venues régulièrement, chaque année, entendre M. Desfontaines au Jardin des plantes. Presque tous ceux qui savent aujourd'hui la botanique en France, la savent ou de lui, ou de botanistes qui ont été ses élèves. Que l'on suppose, pour un moment, toutes ces personnes réunies ici; et l'on se figurera aisément quel éloge résulterait du concert de leur

reconnaissance, et combien, auprès de cet éloge-là, celui-ci paraîtrait froid.

Mais, pour un professeur de botanique, et nommément pour un professeur de botanique au Muséum d'histoire naturelle, des leçons ne sont qu'une partie de la tâche importante qui lui est confiée. M. Desfontaines ne quittait le travail de ses leçons que pour celui des herbiers; il ne quittait les herbiers que pour les plantes de l'*École de botanique;* et de cette étude continuelle naissaient à chaque instant des résultats précieux pour la science.

Il a fait connaître ainsi successivement une foule d'espèces nouvelles; il a publié ainsi, en 1804, le *Tableau de l'école de botanique;* de 1807 à 1808, un *Choix de plantes du Corollaire de Tournefort.* Il avait déjà publié, en 1801, la première édition du *Catalogue des plantes du Jardin du Roi;* ouvrage dont la seconde édition est de 1815, la troisième de 1829, et le *Supplément* de 1830, c'est-à-dire, de trois années seulement avant sa mort.

Ce dernier ouvrage surtout pouvait, à bon droit, être regardé comme formant, par ses éditions successives, le véritable complément de ses leçons et de sa tâche de professeur.

Pendant quarante ans, la dénomination des plantes du Jardin du Roi a été l'occupation constante de M. Desfontaines; et, certes, il ne fallait rien moins que toute cette continuité de soins pour réussir, comme il l'a fait, à maintenir, au milieu de tant d'espèces diverses, et malgré tant de causes sans cesse renaissantes de désordre et de confusion, l'ordre régulier qu'il y avait établi.

Nos collections sont aujourd'hui les plus riches qu'on ait jamais vues; mais leur prix tient moins encore à leur richesse

même qu'à une savante et lumineuse disposition. Qu'on néglige en effet, un seul moment, ces travaux continuels de nomenclature et de classement; qu'on laisse pénétrer le désordre par un seul point, et bientôt le chaos régnera partout. Un grand naturaliste moderne a souvent dit qu'il ne croyait pas avoir été moins utile à la science, par les collections qu'il avait créées ou mises en ordre, que par tous ses ouvrages; et cependant ce naturaliste était l'auteur du *Règne animal*, des *Mémoires sur les mollusques*, des *Leçons d'anatomie comparée*, et, pour tout dire en un mot, des *Recherches sur les ossements fossiles.*

M. Desfontaines ne cultivait pas seulement la botanique pour elle-même; il a cherché constamment à la rendre utile en l'appliquant à l'agriculture. Le désir d'encourager dans notre pays la culture des arbres étrangers, lui inspira le livre qu'il publia en 1809, sous le titre d'*Histoire des arbres et arbrisseaux qui peuvent être cultivés en pleine terre sur le sol de la France.*

On ne sait pas assez que la France produit naturellement peu d'arbres et d'arbrisseaux. On oublie trop que les espèces mêmes qui font la base de notre agriculture, la vigne, l'olivier, le pêcher, l'abricotier, le mûrier, le noyer, etc., nous sont venues de l'étranger. On oublie trop surtout combien il serait aisé de multiplier de pareilles conquêtes, et combien encore il en reste à faire.

Mais ce qu'il importe de remarquer ici, c'est que tous ces progrès de l'agriculture se lient d'une manière immédiate aux progrès de la botanique. C'est le désir de connaître des plantes nouvelles qui a excité le goût des voyages; et ce sont des voyageurs, des botanistes, qui nous ont rapporté, au

péril de leur vie, toutes ces espèces qui font aujourd'hui l'ornement ou la richesse de notre pays.

C'est ainsi que nous avons eu, de l'Asie, le cèdre du Liban, le marronnier d'Inde, l'arbre de Judée, les lilas, etc.; de l'Amérique du Nord, tant d'espèces nouvelles de chênes, d'érables, de bouleaux, de pins, de noyers, d'ormes, etc.; et que, à ne compter ici que les espèces utiles, notre sol est sans aucune comparaison beaucoup plus riche aujourd'hui de toutes ces espèces acquises par la science que de ses espèces primitives et naturelles.

Pendant son séjour en Barbarie, M. Desfontaines avait adressé régulièrement à Lemonnier, soit de Tunis, soit d'Alger, une suite de lettres, dans lesquelles il comptait retrouver plus tard les matériaux de la relation de son voyage. Lemonnier, premier médecin de Louis XVI, les communiquait à ce prince, qui se plaisait à les lire. Malheureusement, une partie de ces lettres a été perdue, et nous n'avons que quelques fragments du voyage de M. Desfontaines; mais ces fragments sont pleins d'intérêt, et d'un intérêt qui, de nos jours, s'est accru encore par la conquête d'Alger.

Ceux qui s'occupent des destinées nouvelles de ce pays, ne sauraient trouver nulle part des renseignements plus exacts sur son climat, sur ses productions naturelles, sur ses ressources agricoles ou économiques.

M. Desfontaines avait déjà fait connaître, dans des mémoires particuliers, le *lotos de Libye*, espèce de *jujubier*, arbre dont les *Lotophages*, ancien peuple de la Libye, avaient emprunté leur nom; l'espèce de *chêne à glands doux*, dont les fruits servent de nourriture pendant l'hiver aux peuples du mont Atlas; il avait décrit le *dattier*, arbre dont il n'est

presque aucune partie qui n'ait, pour les Arabes, son utilité : ils se servent de son bois pour faire des poutres, des solives, des instruments de labourage ; ils en mangent les feuilles ; lorsqu'elles sont tendres ; ils en mangent la moelle ; le fruit est, pour eux, un aliment sain, nourrissant, agréable ; ils fabriquent des cordes avec les filaments de la tige des feuilles ; des tapis avec les feuilles séchées ; ils tirent de l'arbre une liqueur blanche, connue sous le nom de lait ; du fruit, une sorte de miel ; de ce même fruit desséché, une sorte de farine, provision ordinaire des voyages de long cours ; enfin, les noyaux, broyés et ramollis dans l'eau, deviennent la nourriture de leurs chameaux et de leurs moutons ; et cet arbre, qui donne plus à lui seul que ne feraient dix espèces toutes utiles, vient presque naturellement et sans culture, quoique la culture l'améliore beaucoup, et croît presque indistinctement partout.

Dans la relation de son voyage, M. Desfontaines fait connaître, d'une manière plus générale, toutes les ressources des deux royaumes de Tunis et d'Alger ; terre fertile où déjà l'on cultivait alors le coton, l'indigo, le tabac ; où croissent le dattier, l'olivier, l'oranger, le grenadier, le figuier, la vigne, etc., toutes les céréales ; terre fameuse par les colonies qu'y établit l'ancienne Rome ; plus fameuse encore pour avoir porté Carthage ; terre dont l'état actuel semble rajeunir, pour nous, les souvenirs et l'histoire ; possession brillante, et qu'il importe de rendre utile.

Indépendamment des ouvrages principaux que je viens d'indiquer, et de son mémoire sur la *structure des monocotylédones,* et de toutes les espèces, de tous le genres nouveaux que lui doit la botanique, M. Desfontaines a enrichi

la partie physiologique de cette science de plusieurs faits curieux.

Il a remarqué, dans les plantes, une sorte de disposition à se faire des habitudes. Une sensitive, transportée dans une voiture, se replia d'abord par l'effet des premiers cahots; et elle se rouvrit ensuite, malgré ces cahots; elle s'y était habituée.

Il n'est pas jusqu'à son dernier travail, publié en 1831, sous le titre d'*Expériences sur la fécondation artificielle des plantes*, qui ne doive être rappelé ici; car aucun autre peut-être ne montre mieux à quel point il portait le scrupule en matière d'opinions scientifiques.

Ainsi, après avoir professé, pendant tant d'années, la théorie de la fécondation sexuelle des plantes, et l'avoir professée, comme il le dit lui-même, *presque sans hésiter*, il avait suffi de quelques objections élevées, ou, plutôt, renouvelées par quelques botanistes modernes, pour remettre toute cette théorie en doute dans son esprit, et pour l'engager aussitôt dans les expériences dont il s'agit, lesquelles confirmèrent d'ailleurs, et par un nouvel exemple, ce que l'on savait déjà par toutes celles de Vaillant, de Linné, de Gleditsch, surtout de Kœlreuter, qui, le premier, portant la poussière mâle d'une espèce sur les organes femelles d'une autre espèce, produisit artificiellement de véritables hybrides parmi les plantes, et fournit ainsi une preuve définitive à la théorie de leur fécondation sexuelle.

C'est vers l'époque où M. Desfontaines se livrait à ces dernières expériences qu'il perdit entièrement la vue : mais il conserva toujours toute sa mémoire; et cette mémoire était telle qu'elle lui rappelait d'une manière sûre, et toutes ces

plantes au milieu desquelles il avait vécu, et jusqu'à la place occupée par chacune d'elles. A peine était-il seul que ces plantes se représentaient aussitôt à son esprit, avec leurs formes, leurs rapports, leurs noms; et ces mots : « Je viens « de repasser tel ou tel carré de l'École de botanique » étaient, presque toujours, les premiers qu'il adressait alors à ceux de ses amis qui venaient le voir. Il se flattait quelquefois aussi de recouvrer la vue, c'est-à-dire de revenir à ses travaux; et cet espoir concourait encore à lui conserver tout entière l'activité de son esprit.

Quant à l'activité de son âme, elle fut toujours la même : toujours bienveillant, toujours aimant, portant toujours le même intérêt à tout ce qui concernait ses amis, ses confrères, et cette Académie et ce Jardin des plantes qui lui étaient si chers.

Telle a été cette suite de travaux utiles, de recherches ingénieuses, d'études profondes, qui ont rempli la vie de M. Desfontaines.

Il a laissé à la botanique descriptive des ouvrages d'une perfection achevée; à l'anatomie végétale, une découverte d'un ordre éminent.

A la vérité, il s'était moins occupé à rattacher, à subordonner entre elles les familles des plantes par quelque lien général, qu'à bien circonscrire chacune d'elles, qu'à marquer nettement l'ensemble des caractères qui la détermine.

Ces familles, ainsi circonscrites, lui semblaient former comme autant de populations distinctes, mais entre lesquelles le nombre des espèces connues se partageait très-inégalement : les unes ayant un grand nombre de ces espèces; les autres en ayant moins; les autres n'en ayant que quelques-

unes, ou une seule. Pour rendre son idée plus sensible, il comparait cette distribution du règne végétal par groupes inégaux, aux habitations des hommes; se composant ici de grandes villes; là de bourgs, de villages, de hameaux; ailleurs de maisons solitaires et isolées.

Les naturalistes ont essayé d'abord, comme on sait, de ranger les êtres sur une seule ligne; ils ont voulu les répartir ensuite par groupes uniformes; ils les ont considérés, plus tard, comme les anneaux d'une chaîne continue de formes successives et nuancées. La nature, ou du moins ce que nous connaissons de la nature, ne se présente point ainsi.

Et ce qui donne une force singulière à la manière de voir de M. Desfontaines, relativement au règne végétal, c'est que M. Cuvier s'était arrêté, de son côté, à une vue à peu près semblable pour le règne animal : il lui semblait qu'une sorte de *circonvallation* séparait, les unes des autres, les classes de ce règne; que les espèces animales se distribuaient très-inégalement par populations circonscrites; et qu'en un mot, elles avaient aussi, et leurs êtres isolés, et leurs petits groupes, et leurs grandes masses.

Si, après avoir essayé de faire connaître les travaux de M. Desfontaines, je revenais aux qualités de son âme, qualités qui se sentent plus qu'elles ne s'analysent, j'aurais bien des faits à rappeler encore.

Je rappellerais, d'abord, son amitié si ferme: lorsque le savant et courageux Ramond fut jeté dans les cachots en 1794, époque où l'intérêt pour le malheur fut souvent puni comme un crime, il s'empressa de lui donner des marques de dévouement, et il fut presque le seul ami qui lui en donna.

Je rappellerais qu'étant fort jeune, et dès l'un de ses premiers mémoires, les commissaires de l'Académie proposèrent d'assigner à la plante nouvelle, décrite dans ce mémoire, le nom de *Fontainesia ;* genre d'honneur que n'eût pas suggéré seule, sans doute, l'estime pour le travail, sans une estime plus grande encore pour l'auteur.

Je rappellerais ce désir qu'il exprimait, dans les dernières années de sa vie, que, si jamais on faisait son *Éloge,* on n'oubliât pas d'y noter que ce même bourg de Tremblay, qui lui avait donné naissance, avait aussi vu naître un autre académicien, le savant anatomiste Bertin; comme s'il eût craint que, jusque dans cette circonstance, on s'occupât trop de lui seul, et l'on ne songeât pas assez aux autres.

Je rappellerais surtout, et cette simplicité naïve avec laquelle, se présentant à ses auditeurs, il semblait leur dire de ses leçons, comme Montaigne de son livre, *Ce n'est pas icy une doctrine, c'est une estude ;* et ce besoin touchant de se confier tout entier à ses amis, de *leur rendre son âme visible* (1), comme la Fontaine; et j'ajouterais enfin que, dans cette âme, il y avait deux choses dont l'accord aura toujours sur les hommes un effet assuré, je veux dire, l'accord d'une indulgente bonhomie et de la vertu.

M. Desfontaines est mort le 16 novembre 1833. Il s'était marié fort tard, et n'avait eu de ce mariage qu'une seule fille. On conçoit combien un cœur, si plein de tendresse, dut aimer cette fille unique; et il l'aima d'autant plus que, privée des soins de sa mère dès sa naissance, en le perdant, elle

(1) Expression de la Fontaine.

perdait tout. Mais il a eu le bonheur de l'unir et de la confier, en mourant, à M. Louiche-Desfontaines, son neveu, que, depuis longtemps, il aimait comme un fils.

Ainsi est mort M. Desfontaiues, à l'âge de quatre-vingt-trois ans; ayant exercé, pendant près d'un demi-siècle, sur l'histoire naturelle et sur la plupart de ceux qui l'ont cultivée durant cette époque, une influence reconnue de tous, et de tous respectée : homme qui a prouvé, à l'honneur des hommes, qu'un cœur bienveillant est aussi une force, et que la bonté peut être une puissance.

ÉLOGE HISTORIQUE

DE

J. JULIEN DE LABILLARDIÈRE,

Par M. FLOURENS, Secrétaire perpétuel.

Lu à la séance publique du 11 septembre 1837.

La vie de M. de Labillardière a eu, sous plusieurs rapports, une grande conformité avec celle de M. Desfontaines. Ils étaient à peu près du même âge; ils vinrent à Paris vers la même époque; ils y vinrent également pour étudier en médecine; un même goût les jeta dans la botanique, et, de la botanique, dans les voyages; enfin, une amitié constante les a liés pendant plus de cinquante années; et la mort de l'un d'eux n'a précédé que de quelques mois la perte de l'autre. Il a donc paru convenable de réunir leurs Éloges dans une même séance.

Et cependant, malgré tant de conformité dans leur vie, presque tout était contraste dans leur caractère. Autant l'un avait l'humeur douce et facile, autant l'autre présentait, au premier abord, quelque chose d'acerbe et d'austère; autant l'un avait besoin de se confier et de se donner en quelque sorte à ses amis, autant l'autre se livrait peu; en un mot,

autant M. Desfontaines, plus occupé de rechercher les bonnes qualités des autres, laissait aisément pénétrer les siennes, autant M. de Labillardière, plus frappé de leurs côtés défectueux, semblait leur cacher, à son tour, sous un esprit mordant et caustique, tout ce qu'il y avait de bon dans son âme. Aussi suffisait-il de voir l'un pour l'aimer, et fallait-il avoir pratiqué l'autre pendant longtemps pour le bien connaître, c'est-à-dire, pour découvrir à quel point et à combien de titres divers il était digne de respect et d'estime.

Jacques-Julien de Labillardière naquit à Alençon, le 23 octobre 1755. Après de très-bonnes études, faites dans le collége de cette ville, il se rendit à l'École de médecine de Montpellier. Gouan y enseignait la botanique; et M. de Labillardière eut ainsi, pour premier maître, l'ami même de Commerson, de ce voyageur célèbre, compagnon de Bougainville, et le premier naturaliste français qui ait parcouru ces terres australes que M. de Labillardière devait visiter plus tard.

De la faculté de médecine de Montpellier, il passa à celle de Paris, où il reçut le grade de docteur vers 1780.

A compter de cette époque, sa vie n'est plus qu'une suite presque non interrompue de voyages ou de recherches pour la botanique. Un premier voyage le conduit en Angleterre, où il étudie les riches collections de Banks. Un second le conduit sur les Alpes et sur les montagnes du Dauphiné. En 1786, il se rend en Syrie; et là, pendant deux années, il explore en tous sens les plaines des environs de Damas, le mont Liban, le mont Carmel, toutes les montagnes voisines.

La seule exploration du mont Liban l'occupa près d'une année entière.

Le mont Liban, comme le mont Ararat, si pittoresquement décrit par Tournefort, comme toutes les montagnes très-élevées, rassemble en quelque sorte tous les climats par les inégales températures de ses diverses hauteurs, et réunit par conséquent les productions les plus variées. Ces climats superposés donnent, au bas de la montagne, les productions des pays chauds; au milieu, celles des pays tempérés; près du sommet, celles des pays froids; et ces paroles des poëtes arabes qui ont dit que « le Liban porte l'hiver sur sa tête, « le printemps sur ses épaules, et l'automne dans son sein, « pendant que l'été dort à ses pieds », se trouvent ainsi vraies à la lettre.

Revenu de ce beau voyage, M. de Labillardière se pressait d'en publier les résultats sous le titre de *Plantes* ou de *Flore de la Syrie*, lorsque tout à coup s'offrit à son ardeur l'occasion d'un voyage nouveau, et beaucoup plus important encore.

On était en 1791. Depuis trois ans que La Pérouse, quittant Botany-Bay, avait transmis l'indication de la route qu'il se proposait de suivre, on n'avait point eu de ses nouvelles. Ce long silence inquiétait la France et l'Europe entière. Le nom de La Pérouse, celui des savants qui l'accompagnaient, tant de nobles idées qui se rattachaient à son entreprise, tout appelait sur une infortune dont il n'était presque plus permis de douter, un intérêt jusque-là sans exemple. Au milieu de cette inquiétude générale, une voix se fait entendre, et paraît la voix même de la nation. La Société d'histoire naturelle s'adresse à l'Assemblée constituante; sur-le-champ, un nouveau voyage maritime est décrété, et son objet sera la recherche de La Pérouse.

Mais La Pérouse et ses compagnons ne devaient plus être rendus à leur patrie. Le lieu même de leur naufrage ne put être reconnu, comme chacun sait, dès ce premier voyage; la France ne devait être instruite que longtemps après du sort de ces hommes, dont le souvenir vivra à jamais, consacré par le malheur et la gloire.

Considéré dans ses résultats scientifiques, le *Voyage à la recherche de La Pérouse,* conduit par d'Entrecasteaux, a été l'un des plus importants de ce genre pour la navigation et la géographie. L'Académie n'a pas oublié que deux autres de ses membres, feu M. de Rossel et M. Beautems-Beaupré, en firent partie avec M. de Labillardière; et l'on conçoit combien il devait intéresser l'histoire naturelle, à une époque surtout où les productions des terres australes commençaient à peine à être connues.

L'histoire naturelle, ou, à parler plus exactement, l'histoire des êtres naturels, ne sera complète que lorsqu'elle embrassera tous ces êtres et les embrassera dans tous leurs rapports; mais pour cela il faut d'abord qu'elle parvienne jusqu'à ces êtres, il faut que les diverses parties du globe qu'ils habitent, aient été découvertes et explorées.

Et de là dérive cette liaison nécessaire qui unit toutes les sciences entre elles : de la géométrie qui perfectionne l'astronomie; de l'astronomie qui guide la navigation; de la navigation qui livre incessamment au naturaliste de nouvelles terres et des populations encore inconnues.

Les anciens, dont la navigation fut si bornée, n'eurent qu'une histoire naturelle non moins restreinte; et, de nos jours, le champ de cette dernière science ne s'est si fort agrandi que grâce à ces voyages lointains et périlleux, pro-

voqués par le seul esprit de recherche et de découverte, et qui ont répandu sur notre âge un éclat nouveau.

Ce génie même de la grande navigation et des découvertes lointaines est un caractère des temps modernes. Dès que les Portugais eurent franchi le Cap ; dès que Colomb eut découvert un nouveau monde, l'imagination des hommes ne mit plus de frein à leurs espérances; la passion de la gloire dut tout oser : l'homme et le monde étaient, pour ainsi dire, en présence, et l'homme ne devait plus s'arrêter que le monde ne fût conquis.

On ne sait que trop comment des passions moins nobles corrompirent les premiers effets de ces grandes expéditions; mais peu à peu des idées plus pures pénétrèrent dans ces entreprises; et le tour des sciences, quoique venu tard, arriva enfin.

Déjà, dès la fin du XVII^e^ siècle, la France avait donné l'exemple de voyages scientifiques assujettis à un plan suivi. Richer avait été envoyé à Cayenne en 1672; Plumier aux Antilles en 1689; Tournefort au Levant en 1700. Plus tard, de 1735 à 1736, Bouguer, la Condamine, Godin, furent envoyés à l'équateur; Maupertuis, Clairaut, Camus, Lemonnier, près du pôle. La Caille fut envoyé au Cap en 1750.

On touchait à l'époque où l'histoire naturelle devait s'allier aux grandes expéditions maritimes. En France, dès 1767, Commerson accompagne Bougainville dans le premier voyage fait par des Français autour du monde; en Angleterre, dès 1768, Banks et Solander accompagnent Cook, voyage plus célèbre encore, devenu le modèle de tant d'autres entrepris depuis dans ces nobles vues, et la source d'une impulsion

qui ne devait plus se ralentir et qui anime aujourd'hui toutes les nations éclairées.

Le résultat de ces voyages a été immense. A ne les considérer que sous le rapport de l'histoire naturelle, seul objet qui nous occupe ici, ils ont révélé au naturaliste de nouveaux êtres, de nouvelles formes, et comme une histoire naturelle nouvelle. Ce spectacle que la découverte de l'Amérique avait donné à la science d'un monde nouveau d'espèces végétales et animales, les voyages autour du globe l'ont reproduit pour la Nouvelle-Hollande et les îles des mers du Sud; et les grandes vues de Buffon, sur les populations distinctes des deux mondes d'abord connus, ont reçu ainsi, par l'exemple d'un troisième monde (je me sers d'une expression déjà admise), d'un troisième monde qui a aussi ses êtres propres et sans analogues dans les deux autres, une sanction nouvelle et aussi frappante qu'inattendue.

Il n'est pas jusqu'à l'espèce humaine dont ces voyages n'aient éclairé, et à un point singulier, l'histoire physique, c'est-à-dire, l'étude de sa distribution sur le globe, et celle des traits caractéristiques qui la partagent en divers groupes. Ce qui a été fait en ce genre depuis Forster, depuis Bougainville, depuis Péron; ce qui résulte des derniers voyages exécutés nommément par la France depuis vingt ans; ce qu'en un mot, on peut déjà dire de général sur ce sujet, ajoute à l'histoire naturelle une branche nouvelle, et qui sûrement, dans le détail, ne demandera ni des combinaisons moins neuves de la méthode, ni moins de sagacité, de tact, de la part du naturaliste, qu'aucune des autres.

Telle est, d'une vue rapide, cette série d'accroissements que l'histoire naturelle doit à l'idée heureuse qu'ont eue quelques

hommes, les Banks, les Solander, les Commerson, les Forster, les Labillardière, les Péron, et leurs successeurs, de sortir aussi des limites des explorations connues, d'attacher le naturaliste au navigateur, de porter l'histoire naturelle dans de nouveaux mondes, et de lui faire partager tous les périls, comme toutes les gloires, de la grande navigation.

Et tandis que ces hommes parcourent les lieux les plus reculés de la surface actuelle du globe, un autre pénètre dans les couches mêmes de ce globe. Il découvre aussi de nouvelles terres, de nouveaux animaux, de nouvelles plantes. Il voit se succéder les populations et les âges. Les révolutions du globe lui montrent la marche de la nature, qui sans cesse défait, renouvelle, change, et se perpétue par ses changements; éternelle et jamais la même : tableau imposant, digne de la plume ou de Buffon qui, par le génie de la pensée, en devina plus d'un trait, ou de Cuvier qui, par le génie de la découverte, en a rassemblé tous les éléments.

Se figure-t-on à quel point tant de résultats étonnants, réunis en moins d'un demi-siècle, ont agrandi les vues de la science, et élevé les idées, je ne dis pas des naturalistes, je dis des hommes? car dès qu'une science, comme l'histoire naturelle durant cette époque, sort enfin des limites étroites des faits de détail, limites qui longtemps retiennent toute science; lorsqu'elle touche à ces phénomènes qui embrassent tous les autres et qui les dominent; lorsqu'elle parvient à ces vérités générales, faites pour frapper tous les esprits et les éclairer, son influence ne se borne plus aux hommes mêmes qui la cultivent, cette influence s'étend sur tous ceux qui pensent.

Parmi les naturalistes qui, du moins à titre de voyageurs et

d'explorateurs des contrées lointaines, ont contribué à ces brillants progrès, M. de Labillardière se place et s'assure un rang par des travaux qui seront durables, je veux dire par sa *Relation du voyage à la recherche de La Pérouse*, et par ses *Flores de la Nouvelle-Hollande* et de la *Nouvelle-Calédonie*.

Sa *Relation du voyage à la recherche de La Pérouse* a enrichi toutes les branches de l'histoire naturelle, la minéralogie, la géologie, la botanique, la zoologie, l'anthropologie, d'une foule de faits curieux.

Sa *Flore de la Nouvelle-Hollande*, publiée en 1804, est le premier ouvrage où les botanistes aient pu se faire une idée générale de la végétation singulière de cette terre; végétation dont l'étude devait inspirer, quelques années plus tard, à l'un des plus savants botanistes de notre époque, M. Robert Brown, des idées si philosophiques et si profondes.

La *Flore de la Nouvelle-Calédonie*, complément de celle de la Nouvelle-Hollande, a étendu les bases de la botanique des terres australes.

On ne doit pas oublier de rappeler ici, à l'occasion de ces deux travaux, un mot de M. Banks, aussi noble que délicat, et déjà cité, dans l'Éloge même de Banks, par M. Cuvier.

Lorsque l'escadre française, après tant et de si périlleuses recherches, après avoir perdu son chef, le contre-amiral d'Entrecasteaux, aborda enfin à l'île de Java, elle fut déclarée prisonnière de guerre dès son arrivée dans cette île; M. de Labillardière fut dépouillé de ses collections, et ces collections transportées en Angleterre. Banks s'empressa de les lui faire rendre, et les lui renvoya sans même les avoir regardées : « Il

« aurait craint, disait-il, d'enlever une seule idée botanique « à un homme qui était allé les conquérir au péril de sa vie. »

M. de Labillardière ne s'est pas borné, d'ailleurs, aux plantes de la Nouvelle-Hollande et de la Nouvelle-Calédonie. Il décrit ou indique, dans la *Relation de son voyage*, toutes celles qu'il a pu recueillir dans toutes les îles qu'il a visitées. Et, constamment guidé par des vues d'utilité publique, on le voit s'attachant partout, durant ce voyage, à rechercher, avec le plus grand soin, celles de ces plantes qu'il pouvait être utile de conserver et de propager.

C'est ainsi que nos colonies d'Amérique lui doivent *l'arbre à pain*, rapporté par lui des îles des Amis; et que la France lui devra le *lin de la Nouvelle-Zélande*, ou *phormium tenax*, dont les filaments, d'après ses expériences mêmes, sont presque de moitié plus forts et plus extensibles que ceux du chanvre; acquisition vraiment utile, et dont il est à regretter que l'on n'ait point tiré encore tout le parti possible.

De tous les ouvrages de M. de Labillardière, celui qui, par son objet, devait inspirer et a inspiré en effet l'intérêt le plus général, est sa *Relation du voyage à la recherche de La Pérouse*. La manière de l'auteur, dans cet ouvrage, n'est ni celle de Bougainville, peignant de couleurs si vives les mœurs et le caractère des peuples d'O-Taïti; ni celle de Péron, signalant, d'une vue si haute, ce beau système de colonisation des terres australes, grand spectacle donné par l'Angleterre aux nations modernes, et donné jusqu'ici, pour la plupart d'entre elles, en pure perte.

Le style de M. de Labillardière est naturel, simple, facile; son ton est celui de l'observateur; peu d'ouvrages du même genre renferment plus de faits que le sien; et si, dans l'indi-

cation rapide de tant de choses, l'auteur a rarement le temps d'approfondir un sujet donné, c'est qu'il semble surtout s'être proposé pour but de ne rien omettre.

La *Flore de la Nouvelle-Calédonie* n'a été terminée qu'en 1825. Ainsi, tout ce long temps qui s'était écoulé depuis son voyage, M. de Labillardière l'avait employé à s'occuper presque uniquement de ce voyage, et particulièrement de l'étude des plantes qu'il en avait rapportées. Il s'était fait, de cette étude, comme une sorte de domaine dont il n'aimait guère à sortir, et dont il n'est sorti, en effet, que pour quelques mémoires particuliers, travaux de détail, mais où se montre un esprit ingénieux et observateur.

Le trait dominant du caractère de M. de Labillardière était le goût ou plutôt la passion de l'indépendance. Pour être plus libre, il vivait seul; il s'était arrangé pour que tout, dans sa vie, ne dépendît que de lui, son temps, sa fortune, ses occupations : ami sincère, mais d'une amitié circonspecte et toujours prompte à s'effaroucher à la moindre apparence de sujétion.

M. de Labillardière est mort le 8 janvier 1834.

En rapprochant sa vie de celle de M. Desfontaines, et de celle de cet autre botaniste illustre que nous venons de perdre, M. Laurent de Jussieu, on rapproche trois hommes qui, par leurs travaux, peuvent caractériser à eux seuls l'époque à laquelle ils ont appartenu.

On voit, dans M. de Jussieu, un des fondateurs des méthodes naturelles, progrès principal de l'époque et base de tous les autres; dans M. Desfontaines, l'homme qui, le premier, s'est occupé de rapporter les caractères extérieurs des plantes à leur structure interne, ou les classifications à l'anatomie; dans

M. de Labillardière, l'un des premiers naturalistes qui nous aient fait connaître ces végétaux singuliers des terres australes qui, soit pour l'anatomie, soit pour les classifications, ont tant ajouté aux combinaisons de la botanique ; et certes, il est permis de regarder comme une époque mémorable de la science, celle qui se caractérise par de tels travaux et par de tels hommes.

NOTES.

PAGE II. *Petite vengeance qu'il répéta à chaque nouveau succès qu'il obtint....*

Je tire ce fait de la *Notice*, pleine d'intérêt, de M. de Candolle sur M. Desfontaines.

Voyez *Ann. des sc. nat.*, 2^{e} série, mars 1834.

P. v. *Les mouvements contractiles des feuilles et des corolles avaient donc été observés et décrits avec soin.....*

Les mouvements que présentent les organes de la fructification avaient été beaucoup moins étudiés ; à peine les avait-on reconnus dans l'*épine-vinette*, le *cactus opuntia*, le *cistus helianthemum*, et quelques autres espèces, rassemblées dans une dissertation de Linné, intitulée *les Noces des plantes*.

Cependant, et comme le montre M. Desfontaines, c'est dans ces organes mêmes que l'*irritabilité végétale* se manifeste d'une manière plus marquée et plus générale.

Ici, comme dans les *lis*, les anthères se rapprochent, l'une après l'autre, du style au moment de la fécondation, et s'en éloignent presque aussitôt, ayant répandu leur poussière sur le stigmate ; là, comme dans l'*amarillis*, elles tournent sur l'extrémité de leur filet, comme sur un pivot, pour présenter au stigmate le point par où leur poussière s'échappe.

Dans la *fritillaria persica*, les six étamines s'approchent alternativement du style, appliquent immédiatement leurs anthères contre le stigmate ; et, la fécondation opérée, elles s'en vont, dans l'ordre où elles s'étaient approchées, reprendre la place qu'elles occupaient.

Ici, ce sont les étamines qui se meuvent ; ailleurs, ce sont les pistils. Règle générale, quand les pistils sont plus longs que les étamines, ce sont les pistils qui se meuvent ; et quand, au contraire, les étamines sont plus longues que les pistils, ce sont les étamines qui s'abaissent vers les pistils.

Ainsi, dans les *passiflores*, les pistils s'abaissent ensemble vers les étamines; ils se courbent en arc dans les *nigelles*, etc.

Enfin, dans la *couronne impériale*, dans la *fritillaire méléagre*, tout ce mécanisme change; ce ne sont plus les organes sexuels qui se meuvent, c'est la fleur entière. Cette fleur reste pendante jusqu'à ce que la poussière, sortie des anthères, soit tombée sur le stigmate qui dépasse les étamines en longueur; et, la fécondation opérée, elle se redresse.

Je m'arrête à ces exemples qui montrent les principaux cas du mécanisme curieux et délicat, étudié par M. Desfontaines, et, pour la première fois, décrit, dans son mémoire, sur un grand nombre d'espèces.

P. IX. *Daubenton lui-même, quoique venu en ce point après M. Desfontaines.....*

Je trouve en effet, dans les *Observations* de M. Desfontaines *sur les plantes économiques qui croissent dans les royaumes de Tunis et d'Alger*, *Observations* lues à la séance publique de 1787, ce passage remarquable : « Cette moelle (celle du dattier) est placée dans l'intervalle des fibres qui « vont toujours en se serrant du centre à la circonférence, en sens con- « traire des autres arbres; et elles ne sont pas placées par couches, comme « j'ai eu mille fois occasion de l'observer sur des troncs coupés. » Le mémoire de Daubenton sur l'*organisation et l'accroissement du bois* n'est que de 1790.

P. IX. *M. Desfontaines conçut le premier cette grande idée, que là se trouvait le type d'une organisation nouvelle et commune à tous les végétaux à un seul cotylédon.*

La tige des arbres *dicotylédones* se compose de couches concentriques, dont la solidité décroît du centre à la circonférence. C'est tout le contraire dans les *monocotylédones;* la solidité du bois y décroît de la circonférence au centre. La tige d'un arbre *monocotylédone* n'a, d'ailleurs, ni couches concentriques, ni canal central pour la moelle, ni productions médullaires transverses, ni écorce proprement dite. Les fibres ligneuses sont placées sans ordre, les unes à côté des autres; la moelle remplit tous les intervalles de ces fibres; et l'enveloppe extérieure, l'écorce, n'est qu'une ex-

pansion de la base des pétioles des feuilles. Tels sont, réduits à leurs termes précis, les faits constatés par M. Desfontaines.

La question du développement comparé des *dicotylédones* et des *monocotylédones* n'a point été soulevée par lui.

Dans les *dicotylédones*, l'âge des fibres décroît comme leur solidité. En est-il de même dans les *monocotylédones*? Leur développement serait donc inverse de celui des *dicotylédones*. Daubenton l'a cru.

En quoi il a été suivi par la plupart des botanistes, jusqu'à ces derniers temps où M. Mohl s'est attaché à faire prévaloir l'opinion contraire.

Pour M. Desfontaines, il a connu l'opinion de Daubenton; il la cite; et il n'émet pas d'opinion propre.

Toute discussion relative au développement des *monocotylédones* lui est donc, au fond, étrangère. Il s'est borné à comparer la tige développée du *monocotylédone* à celle du *dicotylédone;* il a marqué les différences caractéristiques qui distinguent la structure de ces deux tiges; et il s'est arrêté là; mais, jusque-là, tout ce qu'il a dit est demeuré vrai.

P. xv. *Il a remarqué dans les plantes une sorte de disposition à se faire des habitudes.....*

Cette disposition des plantes à se faire des habitudes a été étudiée avec le plus grand soin, comme chacun sait, par M. de Candolle, dans ses belles expériences touchant l'*influence de la lumière sur quelques végétaux.* (Mém. des Sav. étr. t. I.)

M. de Candolle est parvenu, en substituant *artificiellement* le jour à la nuit et la nuit au jour, à *désaccoutumer,* si je puis ainsi dire, certaines plantes, et à changer l'heure de leur *sommeil*, comme celle de leur *réveil.* Une *belle-de-nuit*, soumise, pendant trois jours, à une lumière artificielle pendant la nuit et à l'obscurité pendant le jour, finit, après des variations sans règle apparente pendant les premières vingt-quatre heures, par fleurir le matin, et par se fermer le soir.

P. xv. *Lesquelles confirmèrent d'ailleurs, et par un nouvel exemple ....*

Un pied de *cucurbita pepo* fut exactement dépouillé de toutes ses fleurs mâles à mesure qu'elles parurent; on ne laissa que les fleurs femelles;

et, le moment de la fécondation venu, on porta directement, sur deux de ces fleurs femelles, la poussière de fleurs mâles, venues d'ailleurs : ces deux fleurs femelles seules donnèrent leur fruit; toutes les autres avortèrent.

P. xvij. *Si, après avoir essayé de faire connaître les travaux de M. Desfontaines, je revenais aux qualités de son âme....*

Une lettre (1) de M. Desfontaines, encore jeune, présente sous un nouveau jour plusieurs *qualités de cette âme*, si naturellement ouverte à toutes les émotions douces et vertueuses. Dans cette lettre, écrite le 10 septembre 1779, M. Desfontaines annonce la mort de J. J. Rousseau à feu M. Savary, auteur de l'ouvrage si connu sous le titre de *Lettres sur l'Égypte.*

« J'ai, dit M. Desfontaines à son ami, une nouvelle bien affligeante à « t'annoncer, celle de la mort de J. J. Rousseau. Quelle perte irréparable pour « l'humanité!..... Je puis t'assurer que la mort de mes plus proches parents « ne m'aurait pas aussi vivement affecté que celle de cet homme unique..... « J'aimais Rousseau avec passion, *à cause de ses talents sublimes, et encore « plus pour sa droiture et son désintéressement.....* Je connaissais un peu « Rousseau; je l'avais intéressé; j'espérais pouvoir le connaître particuliè- « rement; il m'abordait volontiers; son extérieur m'avait enchanté; *avec « le temps j'aurais pu devenir son ami.....* »

P. xviij. *Dès l'un de ses premiers mémoires, les commissaires de l'Académie proposèrent de donner à la plante décrite dans ce mémoire le nom de* Fontainesia.....

Ces commissaires étaient Fougeroux et Adanson. Le mémoire était intitulé : *Sur un nouveau genre de plante corymbifère, de la famille des composées.*

---

(1) Cette lettre m'est communiquée par notre confrère M. Savary.

LISTE DES OUVRAGES DE M. DESFONTAINES.

Cours de Botanique élémentaire et de Physique végétale professé au Muséum d'Histoire naturelle (de juin à nov. 1795). Décade philosophique, vol. V, VI et VII. 1796.

Mém. sur l'organisation des monocotylédones ou plantes à une feuille séminale. Mém. de l'Inst. (1re classe), vol. I. 1798.

Mém. sur l'irritabilité des organes sexuels d'un grand nombre de plantes. Mém. de l'Acad. des sc. (1787).

Quelques observations et expériences sur la fécondation des plantes. Nouv. Ann. du Mus., vol. I. 1832.

Flora Atlantica, *sive historia plantarum quæ in Atlante, agro Tunetano et Algeriensi crescunt*, 4 vol. in-4° (260 tab.) *Parisiis*, 1798 et 1799.

Histoire des Arbres et Arbrisseaux qui peuvent être cultivés en pleine terre sur le sol de la France, 2 vol. in-8°. Paris, 1808.

Choix de plantes du Corollaire de Tournefort, *publiées d'après son herbier et gravées sur les dessins d'*Aubriet, 1 vol. in-4°. Paris, 1808.

Plantes rares qui ont fleuri en l'an X *dans le jardin et dans les serres du Muséum.* Ann. du Mus., vol. I et II. 1802 à 1803.

Catalogus plantarum horti regii Parisiensis, cum annotationibus de plantis novis aut minus cognitis. Edit. prima. Parisiis, 1801. Edit. sec., 1806. Edit. ter., 1829, et Supp. 1830.

Observations sur les plantes économiques qui croissent dans les royaumes de Tunis *et d'*Alger. Lues à l'Acad. des sc. Paris, 1787. — Nouv. Ann. des Voyages, 2e série, vol. I. 1830.

*Mémoire sur quelques espèces nouvelles d'*Oiseaux *des côtes de Barbarie.* Mém. de l'Acad. des sc. (1787).

Mémoire sur un nouveau genre d'arbre : Ailanthus glandulosa (Ailanthe glanduleux). Mém. de l'Acad. des sc. Paris, 1786.

Recherches sur un arbrisseau, connu des anciens sous le nom de Lotos *de Libye.* Mém. de l'Acad. des sc. 1788.

Mémoire sur la culture et les usages économiques du Dattier (Palmier Dattier). Journ. de phys. 1788, et Mém. de l'Inst. (1re cl.), vol. V. 1805.

Mémoire sur le Chêne Ballote *ou* à glands doux du mont Atlas. Mém. Acad. des sc. 1790.

Sur le genre Balsamita, *et description de* quatre espèces de ce genre. Actes de la Soc. d'hist. nat. Paris, in-f°, 1792.

Description de l'Ebenus pinnata. Actes id. 1792.

Description du Fumaria corymbosa. Actes id. 1792.

*Description de l'*Anthirrinum marginatum. Actes id. 1792.

Description du Crepis virgata et coronopifolia. Actes id. 1792.

*Description de l'*Attractylis gummifera. Actes id. 1792.

Mémoire sur le genre Anthistiria. Journ. phys., vol. XL. 1792.

Description d'un nouveau genre de plantes (Spaendoncea.) Décade philos., vol. VII. 1796.

Description du genre Tithonia (T. tagetiflora.). Ann. du Mus. d'hist. nat., vol. I. 1802.

Description d'une nouvelle espèce de Scorsonère (Scorzonera aspera). Id. vol. I. 1802.

*Description d'une nouvelle espèce d'*OEillet (Dianthus spinosus). Id. vol. I. 1802.

Description d'une nouvelle espèce de Papayer (Carica monoica). Id. vol. I. 1802.

Description d'une nouvelle espèce de Soude (Salsola radiata). Id. vol. II. 1803.

Mémoire sur le Jalap (Convolvulus jalapa). Id. vol. II. 1803.

Description du Geranium hirtum. Id. vol. II. 1803.

Description d'une nouvelle espèce de Laiteron. (Sonchus divaricatus). Id. vol. II. 1803.

Observations sur le Rheum Ribes. Id. vol. II. 1803.

Observations sur le Thé. Id. vol. IV. 1804.

Observations sur le genre Royena. *Description d'une nouvelle espèce de* Diospyros (D. lycioïdes). Id. vol. VI. 1805.

*Observations sur l'*Érable à fruit cotonneux, *et l'*Érable à fleurs rouges (Acer eriocarpum, Mich.; Acer rubrum, Linn.). Id. vol. VII. 1806.

Mémoire sur le genre Convallaria. Id. vol. IX. 1807.

Description d'un nouveau genre de Labiées (Pogostemon). Mém. du Mus., vol. II. 1815.

Note sur les Cierges. *Description d'une nouvelle espèce qui a fleuri cette année* (1817) *au Jardin du Roi* (Cactus speciosissimus). Id. vol. III. 1817.

Description d'un nouveau genre de plantes (Glossotemon). Id. vol. III. 1817.

Description du genre Diplolæna. Id. vol. III. 1817.

Description d'un nouveau genre de plantes de la famille des Composées (Chardinia). Id. vol. III. 1817.

Description d'un nouveau genre de la famille des Euphorbiacées. (Ricinocarpos.) Id. vol. III. 1817.

Description d'un nouveau genre de Composées : Gymnarrhena. Id. vol. IV. 1818.

Description d'un nouveau genre de la famille des Rubiacées : Ancylanthos. Id. vol. IV. 1818.

Description d'un nouveau genre de la famille des Térébinthacées : Hétérodendron. Id. vol. IV. 1818.

Description de quatre nouveaux genres de plantes : Mezonevron, Heterostemon, Ledocarpon et Micranthea. Id. vol. IV. 1818.

Description de trois nouveaux genres de plantes : Diplophractum, Stylobasium et Chamelaucium. Id. vol. V. 1819.

*Description d'une nouvelle espèce d'*Échites (E. longiflora). Id. vol. V. 1819.

Description de quatre nouveaux genres de plantes : Polyphragmon, Asteranthos, Amaiova et Gyrostemon. Id. vol. VI. 1820. — *Add.*, vol. VIII. 1822.

Observations sur le genre Copaifera. Id. vol. VII. 1821.

Description d'un nouveau genre de plantes : Condylocarpon. Id. vol. VIII. 1822.

Observations sur les genres Leucas *et* Phlomis. Id. vol. XI. 1824.

Description d'une nouvelle espèce de Clavija (C. lancifolia), *accompagnée de quelques considérations sur les caractères et les affinités de ce genre et des genres voisins.* Id. vol. VII. 1832.

Fragment d'un voyage dans les royaumes de Tunis et d'Alger, et dans les montagnes de l'Atlas (en 1783). Nouv. Ann. des voyages, 2^{e} série, vol. XVI. 1830.

Relation d'un voyage d'Alger à Tremessen. Id. vol. XVI. 1830.

Lettre à M. Lemonnier, sur un voyage de Tunis à Spaitla, par Kerwouan et Cafsa (Tunis, avril 1784). Id. vol. XVII. 1830.

Journal d'un voyage d'Alger à Constantine. Id. vol. XVII. 1830.

Voyage le long de la côte, depuis Tunis jusqu'à Sfax sur les bords de la petite Syrte. Id. vol. XVII. 1830.

LISTE DES OUVRAGES DE M. DE LABILLARDIÈRE.

Relation du voyage à la recherche de LA PÉROUSE, *fait par ordre de l'Assemblée constituante pendant les années* 1791, 1792, *et pendant la* 1re *et la* 2e *année de la République française*, 2 vol. in-4°. Paris, 1800 (imprimé également en 2 vol. in-8°. Paris, 1800), et atlas in-f°.

Mélanges d'histoire naturelle et observations faites dans un voyage au Levant en 1787 *et* 1788. Ann. du Mus., vol. XVIII. 1812.

Note sur les mœurs des Bourdons. Mém. du Mus., vol. I. 1815.

Mémoire sur le moyen employé par les Rainettes, *pour s'élever le long des corps même les plus lisses.* Mém. Acad. des sc., vol. II. 1819.

---

*Description de l'*Hellenium quadridentatum (Hellenium à quatre dents). Actes de la Soc. d'hist. nat. Paris, in-fol. 1792.

Mémoire sur un nouveau genre de la famille des Palmiers (l'Areng à sucre). Mém. de l'Inst., vol. IV. 1803.

Mémoire sur deux espèces de Litchi (Euphoria), cultivées dans les Moluques. Mém. Inst. sc. math. et phys. (Sav. étrang.) vol. I. 1806.

Mémoire sur la force du lin de la Nouvelle-Zélande (Phormium tenax), *comparée à celle des filaments du lin, du chanvre, de l'aloès-pitte et de la soie.* Ann. du Mus., vol. II. 1803.

Mémoire sur le genre Candollea. Ann. du Mus., vol. VI et VII. 1805 et 1806.

Mémoire sur le Cocotier des Maldives (Lodoïcea Sechellarum). Ann. id., vol. IX. 1807.

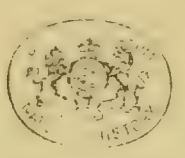
Mémoire sur un nouveau genre de Palmier (Ptychosperma). Mém. de l'Inst., vol. IX. 1809.

Mémoire sur le Palmier Nipa. Mém. du Mus., vol. V. 1819.

Icones plantarum Syriæ *variorum*, *descriptionibus et observationibus illustratæ*. Decades quinque : Decas prima et secunda, 1791. Decas tertia, 1809. Decas quarta et quinta, 1812. 1 vol. in-4°. Lutetiæ Parisiorum, 56 tab. 1791-1812.

Novæ Hollandiæ *Plantarum specimen* (265 tab.), 2 vol. in-4°. Parisiis, 1804-1806.

Sertum Austro-Caledonicum, 80 tab., 2 part., 1 vol. in-4°. Parisiis, 1824-1825.



DÉSIGNATION du système mixte.	PROPOR DES TROIS ÉLÉMENT DANS L'UNITÉ	
	Proportion d'acide tartrique cristallisé ε	Proporti de sou solide s
Σ	0,170470	0,2508
Σ_1	0,123690	0,2649
Σ_2	0,104035	0,3817
Σ_3	La même solution d	

. Vision très-difficile.

n excellente.

ions.

DÉSIGNATION du système mixte.	PROPOR DES TROIS ÉLÉMENT DANS L'UNITÉ	
	Proportion de tartrate neutre ε	Proporti de sou anhydr s
Σ	0,132760	0,1968
Σ_1	0,091274	0,1353

s.

Σ	0,243359	0,0000
Σ_1	0,122403	0,0000
Σ_2	0,049464	0,0000

TABLEAU N° 7.

Dissolution de l'acide tartrique cristallisé, dans l'eau chargée de soude en diverses proportions.

DESIGNATION du système mixte	PROPORTION DES TROIS ÉLÉMENTS DU SYSTÈME DANS L'UNITÉ DE POIDS			RAPPORT du poids de l'eau libre à celui de la soude solide	DENSITÉ APPARENTE du système mixte	LONGUEUR du tube d'observation en millimètres	DÉVIATION observée à travers le verre rouge	POUVOIR ROTATOIRE spécifique de l'acide, pour 100 millimètres, conclu	NOMBRE des observations, desquelles on a conclu la déviation α	TEMPÉRATURE moyenne des observations 23°
	Proportion d'acide tartrique cristallisé ε	Proportion de soude solide ε'	Proportion d'eau libre ε''	$\frac{\varepsilon''}{\varepsilon'}$	δ	l	α	$[\alpha]$		
1	0,170470	0,250815	0,578715	2,30733	1,27192	221,0	+ 30°,325	+ 35°,662	40	
2	0,123690	0,264960	0,611350	2,30733	1,26249	223,5	27 ,650	33 ,823	40	Déduit de 1 par addition de solution sodique.
3	0,101035	0,381760	0,514205	1,34693	1,36270	52 1,0	18 ,959	25 ,571	4	Déduit du reste de 2 par addition de soude solide. Vision très-difficile
4	La même solution dans un tube plus court					28 0,5	9 ,652	24 ,272	60	La même dans un tube de verre plus court. Vision excellente.

TABLEAU N° 8.

Dissolution du tartrate sodique neutre cristallisé, dans l'eau chargée de soude en diverses proportions.

DÉSIGNATION du système mixte	PROPORTION DES TROIS ÉLÉMENTS DU SYSTÈME DANS L'UNITÉ DE POIDS			DENSITÉ APPARENTE du système	LONGUEUR du tube d'observation en millimètres	TEMPÉRATURE de l'observation	DÉVIATION observée à travers le verre rouge	POUVOIR ROTATOIRE du tartrate neutre conclu	DÉVIATION observée à travers le verre vert, celle du verre rouge étant 1	VALEUR de la déviation α observée à travers le verre rouge, exprimée en trentièmes de la déviation du rayon jaune, conclue de E violet bleuâtre.	NOMBRE des observations desquelles on a conclu la déviation α
	Proportion de tartrate neutre ε	Proportion de soude anhydre ε'	Proportion d'eau ε''	δ	l	t	α	$[\alpha]$	$\frac{\nu}{\alpha}$		
1	0,132760	0,196866	0,670374	1,37036	501,5	12°	— 2°,675	*négatif.*	1,757	20,0625	40
2	0,091274	0,135347	0,773379	1,25398	501,5	9,5	+ 4 844	+ 8°,440	1,355	22,947	40

TABLEAU N° 9.

Dissolution du tartrate sodique neutre cristallisé, dissous dans l'eau pure en diverses proportions.

1	0,213359	0,00000	0,786641	1,15351	523	16	+ 30°,250	+ 20°,6041	1,4355	22,688	70
2	0,122403	0,00000	0,877597	1,07501	524	15	14 ,128	20 ,4890	1,4881	22,505	30
3	0,049464	0,00000	0,950535	1,03190	1003	15,5	10 ,333	20 ,2175	1,4436	22,436	30

DÉSIGNATION du système mixte.	PROPORTION DES ÉLEMENTS DU SYS DANS L'UNITÉ DE POI	
	Proportion de tartrate neutre ε	Pr
Σ	0,190596	0,8
Σ_1	0,128258	0,8

Dis

DÉSIGNATION du système mixte.	PROPORTION DES ÉLÉMENTS DU SYST DANS L'UNITÉ DE POID	
	Solution de tartrate ammonique neutre page 373. ε	Ammoniaque liquide contenant 0,242652 d'ammoniaque anhydre A
Σ	1,000000	0,00000
Σ_1	0,567681	0,00000
Σ_2	0,234404	0,00000
Σ_3	0,776513	0,223487
Σ_4	0,570374	0,429606

TABLEAU N° 10.

Dissolution du tartrate ammonique neutre, dans l'eau pure en diverses proportions.

DESIGNATION du système mixte.	PROPORTION DES ÉLÉMENTS DU SYSTÈME DANS L'UNITÉ DE POIDS. Proportion de tartrate neutre ε	Proportion d'eau e	DENSITE apparente du système δ	LONGUEUR du tube d'observation en millimètres l	DEVIATION observée à travers le verre rouge α	POUVOIR rotatoire spécifique du tartrate conclu. $[\alpha]$	TEMPERATURE de l'observation t	
1	0,190596	0,809404	1,09277	514	+ 31°,05	+ 29°,004	27°	
2	0,128258	0,871742	1,06077	512	20 ,075	28 ,819	21	Déduit de 1 par addition d'eau

TABLEAU N° 11.

Dissolution de tartrate ammonique neutre dans l'eau, soit pure, soit chargée d'ammoniaque en diverses proportions.

DESIGNATION du système mixte.	PROPORTION DES ÉLÉMENTS DU SYSTÈME DANS L'UNITÉ DE POIDS. Solution de tartrate ammonique neutre page 373. E	Ammoniaque liquide contenant 0,212652 d'ammoniaque anhydre λ	Eau libre e	DENSITE apparente du système δ	LONGUEUR du tube d'observation, en millimètres l	TEMPERATURE de l'observation t	DEVIATION du rayon rouge observée α	LA MEME, calculée dans l'hypothèse d'une simple dilution.	EXCES de la déviation observée	RAPPORT de la déviation du rayon vert à celle du rayon rouge $\frac{\nu}{\alpha}$	RAPPORT de la déviation du rayon rouge à celle du rayon jaune en trentièmes.	
1	1,000000	0,00000	0,00000	1,13515	525,5	12°	+ 48°,025	+ 48°,025	0°,000	1,436	23,238	
2	0,567681	0,00000	0,432319	1,07581	524,5	12,5	25 ,133	25 ,784	— 0, 651	1,453	23,319	Déduit de 1 par addition d'eau
2_1	0,234401	0,00000	0,765486	1,03163	523,5	13	10 ,000	10 ,190	— 0, 190		23,690	Déduit de 1, par addition d'eau
2_2	0,776513	0,223487	0,000000	1,07593	501,5	12	32,100	33 ,726	— 1, 626	1,439	23,204	Déduit de 2 par addition d'ammoniaque liquide.
2_4	0,570374	0,429606	0,000000	1,02733	501,5	12,2	21 ,472	23 ,655	— 2 ,183	1,440	22,602	Déduit de 2_2 par addition d'ammoniaque liquide

rses proportions.

Désignation du système mixte.	DENSITÉ apparente δ	LONGUEUR du tube d'observation en millimètres l	
A	1,02314	524,50	tartrate basique précipité spontanément.
B	1,05838	523,75	précipité.
C	1,17923	521,75	hée à l'état gommeux; puis filtrée et séparée du précipité.
D	1,35174	264,50	ccasione aucun précipité.
E	1,09244	524,75	

TABLEAU N° 13. — *Aur* *flacon bouché, et progressivement étendue d'eau.*

Désignation du système mixte.	PROPORTIONS des éléments du système dans l'unité de poids. Proportion de la solution primitive.	Proportio d'eau.	
A_1	1,00000	0,00000	mbinaison dans son état de concentration primitif.
B_1	0,50261	0,4973[illegible]	A, par addition d'eau, sans précipité.
C_1	0,25195	0,7480[illegible]	B, par addition d'eau, sans précipité.
D_1	0,13064	0,8693[illegible]	C, par addition d'eau, sans précipité.
E_1	0,04138	0,9586[illegible]	D, par addition d'eau, sans précipité.
F_1	.....	.....	la réunion des précédentes, concentrée par l'évaporation.

Désignation du système mixte.	ÉLÉMENTS du système mixte dans l'unité de poids. Proportion de la solution primitive.	Proportion d'eau.	
Σ	1,00000	0,00000	primitive Σ observée dans un tube plus court.
Σ	1,00000	0,00000	tion d'eau.
Σ_1	0,793887	0,206113	u. Ce système semblait un peu opalin, comme s'il tendait à précipit.
Σ_2	0,469439	0,530661	grande addition d'eau froide qui précipite une grande quantité
Σ_3	.....	.....	u'on sépare par filtration; après quoi on rapproche la liqueur au
Σ_4	.....	.....	ndiqué.

(1) Ce système avait été observé dans un tu[illegible]ème l'aurait rendue trop difficile à observer.
(2) La déviation ici consignée a été observé[illegible]

ts plus évidemment comparables.

ons.

Désignation du système mixte.	ÉLÉMENTS DU SYSTÈME dans l'unité de poids. Proportion de tartrate gluciniq.	Proportio d'eau.	
Σ	0,100934	0,8990[illegible]	rvé depuis deux ans dans un flacon fermé par un bouchon de liége.
Σ_1	0,052188	0,9478[illegible]	addition d'eau.
Σ_2	0,233231	0,7667[illegible]	étiré des solutions précédentes par évaporation et dessiccation au
			était donc probablement plus desséché que dans le système Σ.

TABLEAU N° 12. — *Systèmes formés par l'acide tartrique cristallisé, l'alumine hydratée sèche, et l'eau, en diverses proportions.*

Désignation du système mixte.	DENSITÉ apparente δ	LONGUEUR du tube d'observation en millimètres l	COULEUR du liquide à travers le tube d'observation	AZIMUTH de E oul, observé à l'œil nu α	DÉVIATION observée à travers le verre rouge.	POUVOIR rotatoire spécifique actuel du liquide pour 100^{mm} $\frac{\alpha}{l\delta}$	SENS de la déviation et du pouvoir rotatoire	
A	1,02314	524,50	vert léger.....	+ 4°	+ 3°,167	+ 7°,454	*droite.*	
B	1,05838	523,75	vert léger.....	+ 6	.....	+ 11 ,000	*droite*	Déduite de A rapprochée, filtrée et séparée du tartrate basique précipité spontanément
C	1,17023	521,75	jaune verdâtre.....	+ 1,525	.....	+ 2 ,479	*droite*	Déduite de B rapprochée, filtrée et séparée du précipité.
D	1,35174	264,50	jaune.....	— 12,165	.....	— 34 ,025	*gauche.*	Déduite des systèmes précédents, et rapprochée à l'état gommeux; puis filtrée et séparée du précipité
I	1,09244	524,75	jaune pâle.....	.....	+ 5,095	+ 11 ,592	*droite.*	Déduite de D par addition d'eau froide, qui n'occasione aucun précipité

TABLEAU N° 13. — *Autres systèmes formés par une combinaison d'acide tartrique, d'alumine et d'eau, conservée depuis plusieurs années dans un flacon bouché, et progressivement étendue d'eau.*

Désignation du système mixte	PROPORTIONS des éléments du système dans l'unité de poids. Proportion de la solution primitive.	Proportion d'eau.	DENSITÉ apparente du système δ	LONGUEUR du tube d'observation en millimètres l	COULEUR du liquide à travers le tube d'observation.	AZIMUTH de E oul, observé à l'œil nu α	DÉVIATION observée à travers le verre rouge.	POUVOIR rotatoire spécifique actuel du liquide pour 100^{mm} $\frac{\alpha}{l\delta}$	SENS de la déviation et du pouvoir rotatoire	
A,	1,00000	0,00000	1,1771	519^{mm}	jaune.....	— 6°,275	— 5°,858	— 10°,336	*gauche.*	C'est la combinaison dans son état de concentration primitif
B,	0,50261	0,49739	1,06590	1001	jaune.....	+ 1,033	.....	+ 1,575	*droite.*	Déduite de A, par addition d'eau, sans précipité
C,	0,25195	0,74805	1,03467	524	jaune pâle.....	+ 2,850	.....	+ 20,864	*droite.*	Déduite de B, par addition d'eau, sans précipite
D,	0,13064	0,86936	1,01803	522	jaune pâle.....	+ 2,650	.....	+ 38,170	*droite.*	Déduite de C, par addition d'eau, sans precipite
I,	0,04139	0,95862	1,00564	525	presque incolore.....	+ 1,183	+ 0,611	+ 54,158	*droite.*	Déduite de D, par addition d'eau, sans précipité
I,	.....	.....	1,20236	525,5	jaune rougeâtre.....	—12,30	—11,036	— 18,992	*gauche.*	Déduite de la réunion des précédentes, concentrée par l'évaporation.

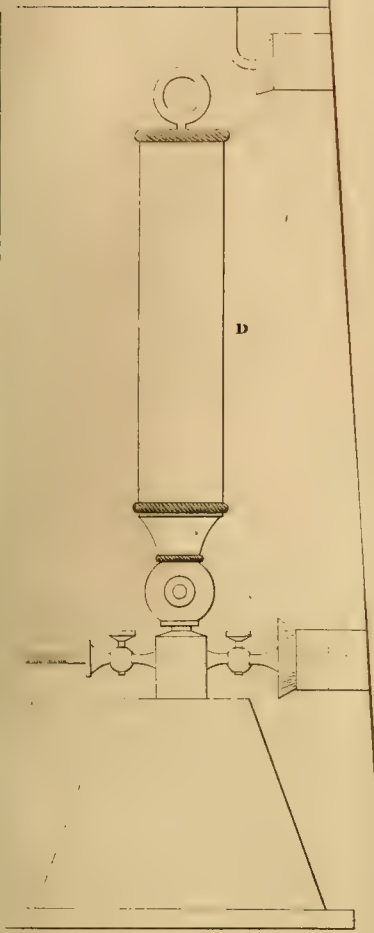
TABLEAU N° 14.

Désignation du système mixte	ÉLÉMENTS du système mixte dans l'unité de poids. Proportion de la solution primitive.	Proportion d'eau.	DENSITÉ apparente du système δ	LONGUEUR du tube d'observat., en millimètres l	COULEUR du liquide, à travers le tube d'observation.	TEMPÉRAT. de l'observat	DÉVIATION à travers le verre rouge, observée α	LA MÊME, calculée dans l'hypothèse d'une simple dilution.	EXCÈS du calcul.	RAPPORT de la déviation du rayon vert à celle du rayon rouge.	RAPPORT de la déviation du rayon rouge à celle du rayon jaune, en trentièmes	
Σ	1,00000	0,00000	1,411511	525^{mm}	jaune pâle.....	12°,5	+ 30,9111	+ 30,9360	+ 0°,0249	.....	23,91	
Σ	1,00000	0,00000	1,411511	155	sensiblement incolore.	15	9,1583	+ 9,1334	— 0 ,0249	.....	23,89	C'est la même solution primitive Σ observée dans un tube plus court.
Σ_1	0,793887	0,206113	1,306744	525	jaune léger.....	12,8	23,5333	+ 22,7367	— 0 ,7976	1,427	23,53	Déduite de Σ par addition d'eau.
Σ_2	0,463439	0,536061	1,160814	501,5	jaune pâle.....	12,0	11,5083	+ 11,4679	— 0 ,0404	.....	23,81	Déd. de Σ_1 par add. d'eau. Ce système semblait un peu opalin, comme s'il tendait à précipit.
Σ_3	.....	.....	1,27826	525	jaune léger.....	11,8	14,9650 (1)	.....	.....	.....	23,55	Déduites de Σ_2 par une grande addition d'eau froide qui précipite une grande quantité de tartrate basique qu'on sépare par filtration; après quoi on rapproche la liqueur au degré de densité ici indiqué.
Σ_4	.....	.....	1,57903	80	jaune.....	.....	3,5833 (2)	.....	.....	.....		

(1) Ce système avait été observé dans un tube de $925^{mm},5$, et il y avait donné pour déviation à travers le verre rouge + 9°,85; on a ramené cette déviation à l'épaisseur 525^{mm} par la loi de proportionnalité, afin de rendre les résultats plus exactement comparables
(2) La déviation ici consignée a été observée à la vue simple. D'après la constance presque exacte du rapport exprimé dans la dernière colonne, la déviation à travers le verre rouge aurait été + 2°,55; mais la forte coloration du système l'aurait rendue trop difficile à observer

TABLEAU N° 15. — *Systèmes formés par l'acide tartrique, la glucine et l'eau, en diverses proportions.*

Désignation du système mixte.	ÉLÉMENTS DU SYSTÈME dans l'unité de poids. Proportion de tartrate glucinique.	Proportion d'eau.	DENSITÉ apparente du système δ	LONGUEUR du tube d'observation, en millimètres l	COULEUR du liquide, à travers le tube d'observation.	TEMPÉRAT. de l'observation t	DÉVIATION observée à travers le verre rouge α	POUVOIR rotatoire spécifique du tartrate pour 100^{mm} conclu $[\alpha]$	RAPPORT de la déviation du rayon vert à celle du rayon rouge.	RAPPORT de la déviation du rayon rouge à celle du rayon jaune, en trentièmes	NOMBRE des observat.	
Σ	0,100934	0,899066	1,04226	519^{mm}	Vert léger un peu jaunâtre.	18°	+ 22°,675	+ 41°,392	1,517	22,172	40	Le sel était conservé depuis deux ans dans un flacon fermé par un bouchon de liège.
Σ_1	0,052188	0,947812	1,02408	526	Vert pâle.....	16	15 ,561	41 ,134	1,514	23,122	30	Déduit de Σ par addition d'eau.
Σ_2	0,233231	0,766769	1,13148	266,5	Jaune.....	11	30 ,939	43 ,992	.....	23,498	30	Le sel avait été retiré des solutions précédentes par évaporation et dessiccation au bain-marie. Il était donc probablement plus desséché que dans le système Σ.


D

Tome XVI Académie des Sciences
M.r Chevreul.

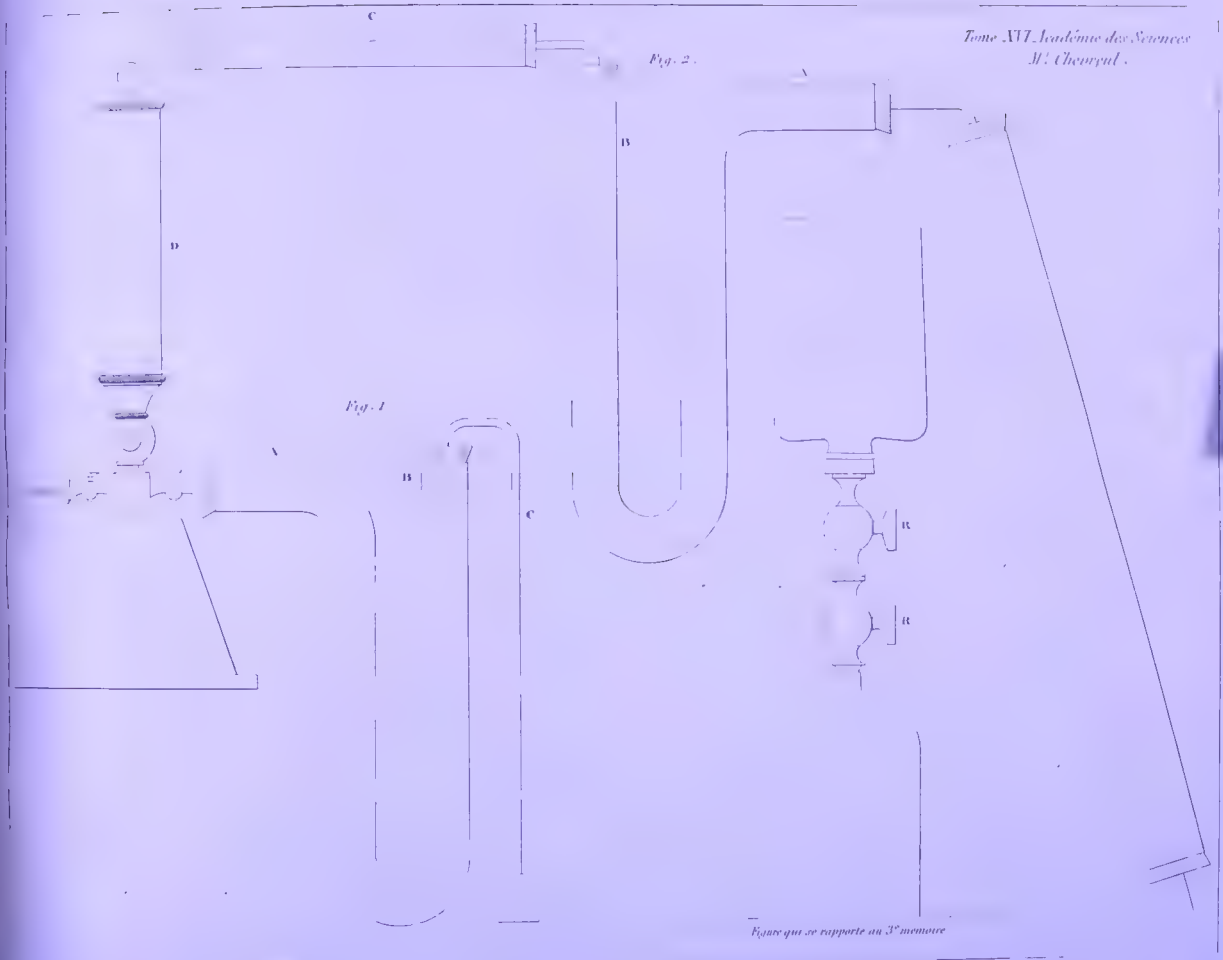
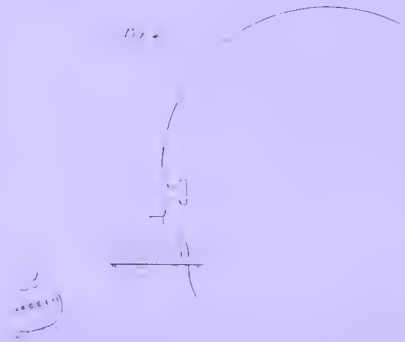


Figure qui se rapporte au 3.e mémoire

Tome XVI Académie des Sciences
M.r Chevreul.



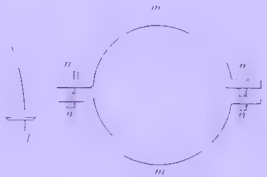


Fig 7

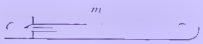
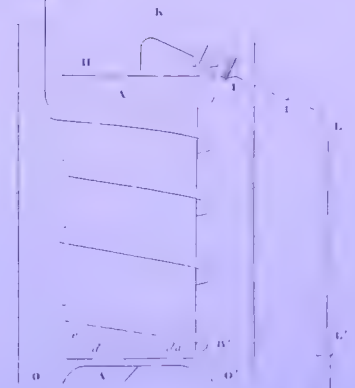


Fig 6.

Fig 3



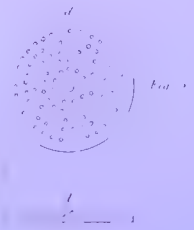


Fig. 5.

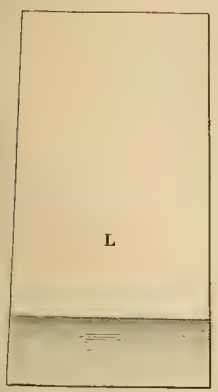


Fig 4

Fig. 3.

Fig 2.

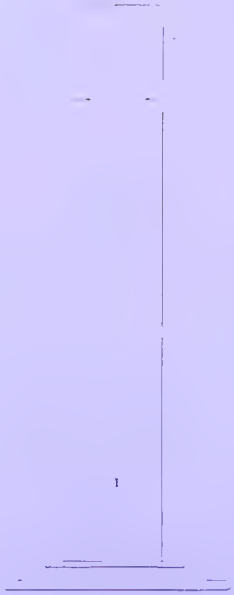


Fig 1

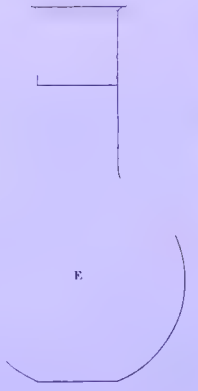


Fig 5